

Linux  Specials

Michael Kofler

6. Auflage

Linux

Installation, Konfiguration,
Anwendung

**Kernel 2.4,
KDE 2.2**



ADDISON-WESLEY



Linux

Michael Kofler

Linux

Installation, Konfiguration, Anwendung

6., vollständig überarbeitete und
erweiterte Auflage

Paralax Elements



An imprint of Pearson Education

München • Boston • San Francisco • Harlow, England
Don Mills, Ontario • Sydney • Mexico City
Madrid • Amsterdam

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Kofler, Michael

Ein Titeldatensatz für diese Publikation
ist bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich.

Die Informationen in diesem Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autor können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag, Herausgeber und Autor dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und Speicherung in elektronischen Medien. Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig. Fast alle Hardware- und Softwarebezeichnungen, die in diesem Buch erwähnt werden, sind gleichzeitig eingetragene Warenzeichen oder sollten als solche betrachtet werden.

Umwelthinweis: Dieses Buch wurde auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt. Die Einschrumppfolie – zum Schutz vor Verschmutzung – ist aus umweltverträglichem und recyclingfähigem PE-Material.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
04 03 02 01

ISBN 3-8273-1854-8

© 2002 by Addison-Wesley Verlag,
ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH
Martin-Kollar-Straße 10–12, D-81829 München/Germany – Alle Rechte vorbehalten

Lektorat: Susanne Spitzer, susanne.spitzer@gmx.net
Irmgard Wagner, Irmgard.Wagner@munich.netsurf.de
Korrektorat: Friederike Daenecke, Zülpich
Produktion: TYPisch Müller, Arcevia, Italien, typmy@freefast.it
Satz: Michael Kofler, Graz, www.kofler.cc
Titelbild: Margot Rzyzienski, Graz
Einbandgestaltung: Hommer Design Production, Haar bei München
Druck und Verarbeitung: Bercker, Kevelaer
Printed in Germany

Inhaltsübersicht

	Vorwort	31
	Konzeption des Buchs	33
	Neu in dieser Auflage	34
I	Installation	37
1	Was ist Linux?	39
2	Installation	61
3	Linux-Schnelleinstieg	111
4	Dokumentation zu Linux	129
II	Grundlagen/Konfiguration	145
5	Basiskonfiguration	147
6	Verwendung und Administration des Dateisystems	201
7	Programm- und Prozessverwaltung	297
8	Systemstart	315
9	Kernel, Module und Bibliotheken	373
10	Drucken und Scannen	401
11	Hardware	449
12	XFree86	473
13	KDE und Gnome	541
III	Netzwerke/Internet	579
14	Linux als Netzwerk-Client	581
15	Internet-Zugang via Modem/ISDN/ADSL	623
16	WWW, FTP, Telnet, SSH	675

17	E-Mail	711
18	News	741
19	Netzwerk-Server-Konfiguration	761
IV	Anwendung	857
20	bash – Ein moderner Kommandointerpreter	859
21	bash-Programmierung	881
22	Kommandoreferenz	917
23	Audio, MP3 und CD-R	981
24	Emacs – Der König der Editoren	1017
25	L ^A T _E X 2 _ε	1051
26	L _Y X – L ^A T _E X leicht gemacht	1103
27	Gimp – Die Photoshop-Alternative	1131
	Anhang	1185
A	Mandrake 8.2	1185
B	Red Hat 7.3	1203
C	SuSE 8.0	1223
D	Die beiliegende CD-ROM	1247
E	Literaturverzeichnis	1249
	Stichwortverzeichnis	1253

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	31
Konzeption des Buchs	33
Neu in dieser Auflage	34
 I	 37
1 Was ist Linux?	39
1.1 Was ist Linux?	40
1.2 Was bietet Linux?	42
1.3 Distributionen	48
1.4 Wie stabil ist Linux?	54
1.5 Herkunft und Lizenz von Linux	56
 2 Installation	 61
2.1 Voraussetzungen	62
2.2 Überblick über den Installationsprozess	63
Vorarbeiten	66
Windows 9x/ME versus Windows NT/2000/XP	66
2.3 Grundlagen der Festplattenpartitionierung	68
Was sind Partitionen und wozu dienen sie?	68
Partitionstypen	68
Partitionierung und Formatierung	69
Partitionsnamen unter DOS/Windows	70
Partitionsnamen unter Linux	70
2.4 Neupartitionierung der Festplatte unter Windows 9x/ME	72
Aktuelle Partitionierung feststellen	73
Partitionierung mit FDISK ändern	73

	Verkleinerung einer Partition durch das Linux-Installationsprogramm	73
	Verkleinerung einer Partition durch FIPS	75
	Einsatz kommerzieller Partitionierungs-Tools	77
2.5	Neupartitionierung der Festplatte unter Windows NT/2000/XP	77
	Aktuelle Partitionierung feststellen	77
	Partitionierung mit dem Disk-Manager ändern	77
	Einsatz kommerzieller Partitionierungs-Tools	78
2.6	Start der Linux-Installation	78
2.7	Partitionierung der Festplatte unter Linux	81
	Anzahl und Größe von Linux-Partitionen	82
	Welches Dateisystem?	84
2.8	Paketauswahl	86
2.9	Grundkonfiguration	86
2.10	Bootvorgang, LILO-Installation	89
2.11	Installationsvarianten	91
	Installationsdisketten erzeugen	91
	Installation von der Festplatte	92
	Linux über eine Netzwerkverbindung installieren	92
	Notebook-Installation	93
	UMSDOS- oder Windows-Installation	95
2.12	Probleme bei der Installation	96
	Hilfe zur Selbsthilfe	96
	Diskettenprobleme	96
	Tastaturprobleme	97
	Hardware-Probleme	97
	Probleme mit Uralt-CD-ROM-Laufwerken	98
	Das 1024-Zylinder-Problem (LILO-Installation bei großen Festplatten)	98
2.13	Probleme nach der Installation	102
	Der Rechner kann nicht mehr gestartet werden	102
	X/KDE/Gnome startet nicht	105
	Die Maus funktioniert nicht oder nur teilweise	106
	Die Tastatur funktioniert nicht	106
	Menüs erscheinen in der falschen Sprache	106
2.14	Systemveränderungen, Erweiterungen, Updates	107
2.15	Linux wieder entfernen	110

3	Linux-Schnelleinstieg	111
3.1	Linux starten und beenden	112
3.2	Tastatur und Maus unter Linux	114
3.3	Grafische Benutzeroberflächen	116
	KDE-Schnelleinstieg	116
	Gnome-Schnelleinstieg	117
3.4	Umgang mit Textkonsolen	118
3.5	Kommandos, Dateien und Verzeichnisse	119
	Kommandos, Programmausführung, Prozessverwaltung	119
3.6	CD-ROMs, Disketten und Windows-Partitionen	122
3.7	Textdateien anzeigen und editieren	125
	Text-Editoren	125
	Emacs, Jove und Jed	126
	Joe	126
	pico	127
	vi, vim und elvis	127
4	Dokumentation zu Linux	129
4.1	man – Das Online-Handbuch zu fast allen Kommandos	130
	Bedienung von man	131
	Besonderheiten der X-Variante xman	132
	man-Interna	134
4.2	info – Hypertext-Online-Hilfe	134
4.3	Linux-spezifische Online-Dokumentation	136
	Dokumentation in anderen Formaten lesen	136
	HOWTO – Wie geht das?	137
	FAQ – Frequently Asked Questions	139
	LDP – Das Linux Documentation Project	139
	Kernel-Dokumentation	140
	KDE- und Gnome-Hilfe	140
	Dokumentation zu individuellen Software-Paketen	141
	Distributionsabhängige Dokumentation	142
4.4	Dokumentation im Internet	142

II	GRUNDLAGEN/KONFIGURATION	145
5	Basiskonfiguration	147
5.1	Überblick	148
5.2	Überlebensregeln	150
5.3	Webmin und Linuxconf	152
	Webmin	155
	Linuxconf	156
5.4	Textkonsole, Textkommandos	158
	Tastatur in Textkonsolen	158
	Schriftart in Textkonsolen	162
	Textmodus mit 80*50 Zeichen	163
	Inverse oder farbige Textdarstellung in Textkonsolen	163
	Mausunterstützung	164
	Konfiguration von less	165
	Konfiguration von ls	167
	bash-Konfiguration	167
	Einstellung des Defaulteditors	168
5.5	Datum und Uhrzeit	168
5.6	Benutzer und Gruppen, Passwörter	169
	Werkzeuge zur Benutzer- und Gruppenverwaltung	170
	Grundlagen der Benutzer- und Gruppenverwaltung	172
	Passwörter ändern	177
	Kommandos zur manuellen Benutzer- und Gruppenverwaltung	178
	Zugriffsrechte	180
5.7	Software-Installation (RPM)	181
	Wozu Pakete?	181
	RPM-Grundlagen	182
	RPM-Probleme	183
	RPM-Kommando	184
	RPM-Benutzeroberflächen	189
	Installation von TGZ-Paketen mit tar	189
5.8	Spracheinstellung, Internationalisierung, Unicode	190
	Zeichensätze und Schriftarten (Fonts)	191
	LANG/LC-Umgebungsvariablen für die Lokalisierung	192
	Weitere Konfigurationsmöglichkeiten	195
	Unicode	197

6	Verwendung und Administration des Dateisystems	201
6.1	Überblick	202
6.2	Umgang mit Dateien und Verzeichnissen	204
	Dateien und Verzeichnisse	204
	Kommandos zur Bearbeitung von Dateien	205
	Dateimanager	206
	Jokerzeichen	207
	Komplikationen bei der Verwendung von Jokerzeichen	209
	Jokerzeichen für Fortgeschrittene	210
	Versteckte Dateien	211
	Verzeichnisse	212
	Feste und symbolische Links	212
	Links auf Programme	214
6.3	Zugriffsrechte, Benutzer und Gruppenzugehörigkeit	215
	Zugriffsrechte auf Verzeichnisse	216
	Zugriffsrechte auf Devices	216
	Spezialbits	217
	Besitzer, Gruppe und Zugriffsbits neuer Dateien	218
6.4	Linux-Verzeichnisstruktur, Device-Namen	220
	Linux-Verzeichnisstruktur (Filesystem Hierarchy Standard)	220
	Devices	224
	Device-Dateisystem (devfsd)	227
6.5	Dateitypen (MIME)	229
	Allgemeine MIME-Konfiguration	230
	KDE-MIME	231
	Gnome-MIME	233
	Magic-Dateien zur Erkennung des Dateityps	234
6.6	Dateisystemtypen	235
6.7	Verwaltung des Dateisystems	240
	mount – Dateisysteme manuell einbinden	241
	/etc/fstab – Dateisysteme automatisch einbinden	242
	mount-Optionen für /etc/fstab	244
	Linux-Partitionen	245
	Windows-Partitionen	246
	CD-ROMs und DVDs	248
	Disketten	252
	Netzwerkdateisysteme	253

	Virtuelle Dateisysteme (proc, usbdevfs, devpts, shmfs)	253
	Swap-Partitionen und -Dateien	254
6.8	Partitionierung der Festplatte (fdisk)	255
	fdisk-Bedienung	256
	fdisk-Beispiel	258
	fdisk-Tastenkürzel	260
	cfdisk	260
	parted	260
6.9	ext2-Dateisystem	262
	Warum ext2?	263
	ext2-Dateisystem einrichten	263
	Größe eines ext2-Dateisystems ändern	265
	Alternativen zu resize2fs	266
	Wartung, Reparatur, Defragmentierung	266
6.10	ext3-Dateisystem	268
	ext3-Dateisystem einrichten	269
	Konvertierung ext2 → ext3	269
	Journaling-Modi	270
6.11	reiserfs-Dateisystem	271
	reiserfs-Dateisystem einrichten	272
	Größe eines reiserfs-Dateisystems ändern	273
	LILO, Konvertierung vorhandener Partitionen	273
6.12	RAID	274
	Grundlagen	274
	Konfiguration von RAID-0 (Striping)	276
6.13	Logical Volume Manager (LVM)	280
	Voraussetzungen	281
	LVM-Glossar	281
	Ein einfaches LVM-System einrichten	282
	Dateisysteme und volume groups vergrößern	285
	Administration des LVM-Systems	286
	Einige LVM-Sonderfälle (root, SWAP, RAID etc.)	288
	Administrationshilfen	290
6.14	DMA-Modus für IDE-Festplatten	291
	DMA-Modus ausprobieren	291
	DMA-Modus automatisch beim Rechnerstart aktivieren	294
	DMA-Modus für CD-ROM- und DVD-Laufwerke	295

7	Programm- und Prozessverwaltung	297
7.1	Prozesse starten, verwalten und stoppen	298
	Programme starten	298
	Vordergrund- und Hintergrundprozesse	299
	Liste aller laufenden Prozesse (ps, top)	299
	Prozesshierarchie	301
	Prozesse gewaltsam beenden (kill, xkill)	302
	Verteilung der Rechenzeit (nice, renice)	303
	Ein- und Ausgabeumleitung, Pipe	304
7.2	Prozesse unter einer anderen Identität ausführen	305
	Als root einloggen	305
	su	306
	su unter X	306
	kdesu – Die su-Variante für KDE	307
	sudo	307
	suid- und guid-Zugriffsbits	309
7.3	Systemprozesse (Dämonen)	309
7.4	Prozesse automatisch starten (crontab)	310
7.5	/proc-Verzeichnis	312
8	Systemstart	315
8.1	LILLO	316
	Überblick	316
	Bedienung von LILLO	318
	LILLO-Internia	319
	LILLO-Konfiguration	321
	LILLO-Bootdiskette	326
	LILLO-Bootdiskette ohne Kernel auf der Diskette	326
	LILLO-Installation in den Bootsektor der Festplatte	329
	Das 1024-Zylinder-Limit	330
	SCSI/RAID/LVM/reiserfs-Systeme	332
	LILLO durch den Bootmanager von Windows NT/2000/XP starten	336
	LILLO-Fehlermeldungen	339
	Default-Betriebssystem für einen Reboot einstellen	340
	Menüs und Grafikmodus	341
	LILLO-Konfigurationshilfen	342

8.2	LILO-Alternativen (SYSLINUX, Loadlin)	343
	Bootdiskette ohne Boot-Loader	343
	SYSLINUX	344
	LOADLIN (Linux von DOS aus starten)	345
8.3	GRUB	346
	Anwendung	348
	GRUB versus LILO (Intern)	350
	Bezeichnung von Festplatten und Partitionen	350
	GRUB-Minimalinstallation auf einer Diskette	351
	Vollständige GRUB-Installation auf einer Diskette	351
	GRUB-Installation in den MBR der Festplatte	353
	Aufbau der GRUB-Menüdatei	354
	Passwortschutz	355
8.4	Kernel-Bootoptionen	356
8.5	Init-V-Prozess	359
	Red-Hat-Besonderheiten	366
	Mandrake-Besonderheiten	368
	SuSE-Besonderheiten	369
8.6	Logging-Dateien und Kernel-Meldungen	370
	Protokollierung des Startprozesses	371
	Administration der Logging-Dateien	372
9	Kernel, Module und Bibliotheken	373
9.1	Bibliotheken	374
9.2	Kernel-Module	377
	Kommandos zur Modulverwaltung	378
	Modulkonfiguration (modules.conf)	380
	Nicht benötigte Module automatisch entfernen	385
9.3	Kernel neu kompilieren	385
	Kernel-Parameter verändern	387
	Kernel- und Compiler-Versionen	387
	Kernel-Code installieren bzw. aktualisieren (patches)	389
	Kernel-Patches	391
	Kernel konfigurieren	391
	Kernel kompilieren und installieren	398

10	Drucken und Scannen	401
10.1	Drucker-Konfiguration und -Anwendung	402
	Mandrake	403
	Red Hat	405
	SuSE	406
	Drucken mit KDE-, Gnome- und X-Programmen	407
10.2	Druckinterna	409
10.3	Spooling-Systeme	412
	BSD-LPD	412
	LPRng	415
	Konfiguration	416
	CUPS	417
	CUPS-Interna	423
10.4	Ghostscript, Gimp-Print und andere Druckertreiber	426
	gs-Bedienung	427
	Zusätzliche Druckertreiber für GhostScript	429
	PostScript- und PDF-Viewer	430
	Adobe Acroread	432
10.5	Konverter und PostScript-Tools	432
	Konvertierung Text → PostScript	433
	Konvertierung HTML → PostScript	435
	Konverter PS ↔ PDF	436
	PostScript-Tools (psutils)	436
	Grafik → PS	438
	kview	440
10.6	Screenshot erstellen	441
	xv	441
	xgrab	442
	ksnapshot	442
10.7	Scanner	443
	Scanner-Konfiguration	443
	Scannen mit XSane	445
	Scannen mit Kooka	447

11	Hardware	449
11.1	Hardware-Referenz	450
	CPU, Speicher, PCI-Bus	450
	Tastatur, Maus, Joystick	451
	Festplatten, Disketten, CD-ROMs, DVDs und andere Datenträger	452
	Grafik, Sound	453
	Internet, Netzwerke	453
	Parallele und serielle Schnittstellen, IDE-, SCSI, USB, Firewire	453
	Drucker und Scanner	453
	Notebooks, PCMCIA-Karten, PDAs	454
11.2	Hardware-Änderungen	454
11.3	USB	456
	USB-Module	456
	Verwaltung der USB-Module	457
	Device-Dateien, USB-Dateisystem	459
	Verwendung von USB-Geräten	460
11.4	Firewire (IEEE 1394)	462
	Firewire-Module	463
	Verwendung von Firewire-Geräten	464
11.5	Notebooks/Laptops	466
	PCMCIA	466
	Batterie und Stromsparfunktionen (APM)	468
12	XFree86	473
12.1	Grundlagen	474
	X-Glossar	474
	Grafik-Hardware-Glossar	475
	XFree 86 Version 3.n versus 4.n	477
	XFree86-Dokumentation	478
	XFree86-Alternativen	478
12.2	X starten und beenden	478
	X starten	479
	X beenden	479
	X-Protokolldatei	480
12.3	Konfiguration des X-Servers	481
	Die Konfigurationsdatei XF86Config	481
	Konfigurationshilfen	481
	Aufbau der Konfigurationsdatei XF86Config	483
	Monitor-Abschnitt	485

Device-Abschnitt (Grafikkarte)	485
Screen-Abschnitt (Auflösung, Farbanzahl)	486
ServerLayout-Abschnitt	488
12.4 Konfiguration für Fortgeschrittene	488
Grafikmodus (Auflösung, Bildfrequenz) selbst definieren	488
Umgang mit XFree86-inkompatiblen Grafikkarten	491
Files-Abschnitt	492
Modules-Abschnitt	492
ServerFlags-Abschnitt	493
3D-Grafik	493
DVD, TV-Karten, Video	499
12.5 Tastatur	500
Konfiguration in XF86Config	500
Wichtige Tastenkürzel	501
Numerischer Tastenblock	502
Ausländische Sonderzeichen, Euro und Cent	502
xmodmap, xev, setxkbmap	504
12.6 Maus	505
Konfiguration in XF86Config	505
Radmaus (IntelliMouse)	507
Verwendung der Maus	508
12.7 X-Fonts	509
X-Font-Verwaltung	510
Konfiguration ohne Font-Server	512
Konfiguration mit Font-Server	514
TrueType-Fonts	515
Anti-Aliasing	519
Unicode	521
DPI-Einstellung	523
12.8 X-Ressourcen	523
Grundlagen	524
Ressourcendateien	525
12.9 Interna des X-Starts (xdm/kdm/gdm, Window Manager)	526
X-Start mit einem Display-Manager	526
Konfiguration des Display-Managers	532
Manueller X-Start mit startx	535
12.10 xterm und andere X-Utilities	536
xterm	536
12.11 xhost	538
xkill, xlsfonts, xrdb, xset	538

13	KDE und Gnome	541
13.1	Einführung	542
13.2	KDE	545
	Überlebensregeln	545
	Erster Start	546
	Panel	547
	Konqueror	548
	Werkzeuge, Tools	552
	Konfiguration	553
	Tipps und Tricks	558
	Unicode	560
	Interna	561
	Probleme	562
	Maus und Tastatur	563
13.3	Gnome	565
	Überlebensregeln	566
	Panel	566
	Nautilus	567
	Gnome-Terminal	571
	Gnome-Konfiguration	572
	Sawfish-Konfiguration	573
	Ximian Gnome	574
	Maus- und Tastenkürzel	576
	Interna	577
III	NETZWERKE/INTERNET	579
14	Linux als Netzwerk-Client	581
14.1	Schnelleinstieg	582
	Netzwerkeinbindung mit netcfg und neat (Red Hat)	582
	Netzwerkeinbindung mit draknet (Mandrake)	585
	Netzwerkeinbindung mit YaST2 (SuSE)	586
14.2	Netzwerk- und Internet-Grundlagen	587
	Netzwerk-Glossar	587
	IP-Nummern	591
	IPv6	594
	Netzwerk- und Internet-Dienste	595
14.3	Hardware-Konfiguration der Netzwerkkarte	597

14.4	Interna der Netzwerk-Client-Konfiguration	599
	Client-Konfiguration ohne DHCP	600
	Client-Konfiguration mit DHCP	603
	Aktivierung des Netzwerk-Interface	604
	Netzwerkfunktionen testen	607
14.5	Zugriff auf Verzeichnisse/Dateien im Netz	609
	Zugriff auf Dateien via NFS	609
	Zugriff auf Dateien via SMB	610
14.6	Zugriff auf Drucker im lokalen Netzwerk	613
	Voraussetzungen für das Drucken im Netzwerk	614
	Mandrake-Druckerkonfiguration	615
	Red-Hat-Druckerkonfiguration	616
	SuSE-Druckerkonfiguration	616
	Druckerkonfiguration mit kups	617
	Interna	618
15	Internet-Zugang via Modem/ISDN/ADSL	623
15.1	PPP-Grundlagen	624
	PPP-Datenblatt	625
	Authentifizierung	626
	PPP automatisch starten und stoppen	628
	pppd-Konfigurationsdateien	629
15.2	Modem-Verbindung	632
	Modem-Interna	633
	Serielle Schnittstelle	635
	PPP-Konfiguration mit kppp	637
	PPP-Konfiguration mit draknet (Mandrake)	640
	PPP-Konfiguration mit rp3 (Red Hat 7.1)	640
	PPP-Konfiguration mit internet-druid oder neat (Red Hat 7.2)	642
	PPP-Konfiguration mit YaST2 (SuSE)	643
	Manuelle PPP-Konfiguration mit chat	645
15.3	ISDN	650
	Grundlagen	650
	Konfigurationshilfen	652
	ISDN-Konfiguration mit draknet (Mandrake)	652
	ISDN-Konfiguration mit isdn-config (Red Hat)	653
	ISDN-Konfiguration mit YaST2 (SuSE)	655
	ISDN-Interna	657

15.4	ADSL	659
	Grundlagen	659
	Konfiguration	662
	Manuelle PPTP-Konfiguration	665
	Manuelle PPPoE-Konfiguration	670
16	WWW, FTP, Telnet, SSH	675
16.1	World Wide Web (WWW)	676
	Grundlagen	676
	Browser-Überblick	680
	Netscape Communicator 4. <i>n</i>	681
	Netscape 6. <i>n</i> , Mozilla	682
	Konqueror	685
	Opera	687
	Lynx	688
16.2	Web-Plugins und Java	690
	Plugins	690
	Java	693
16.3	Offline surfen (WWWoffle)	699
	Installation und Konfiguration	700
	Browser-Konfiguration	701
	Bedienung	701
	WWWoffle automatisieren	702
16.4	File Transfer Protocol (FTP)	703
	FTP-Clients	704
	Das Kommando ftp	704
	FTP-Beispiel	706
16.5	Telnet, rlogin, ssh	707
	Telnet und rlogin	708
	ssh	709
17	E-Mail	711
17.1	Grundlagen	712
	Glossar und Arbeitstechniken	712
	E-Mail-Systeme	714
	Interna der Mail-Konfiguration	715
	Mailboxes	718
	Adressbücher	720

17.2	Überblick über wichtige E-Mail-Programme (Clients)	721
17.3	Netscape 6.<i>n</i>, Mozilla	722
17.4	Netscape 4.<i>n</i>	724
17.5	kmail (KDE-Mail)	724
17.6	Balsa (Gnome-Mail)	726
17.7	Evolution	727
17.8	pine	728
	Konfiguration	729
	Bedienung	731
17.9	sendmail- und fetchmail-Offline-Konfiguration	735
	Mail versenden (sendmail)	735
	Mail via POP empfangen (fetchmail)	738
	Automatisierung (Offline-E-Mail)	740
18	News	741
18.1	Grundlagen	742
	Einführung	742
	Glossar, Arbeitstechniken	742
	Linux-spezifische Newsgroups	746
18.2	News-Clients	747
	Konfiguration	747
	Netscape/Mozilla	748
	knode (KDE-News-Client)	749
	pan (Gnome-News-Client)	749
	slrn (News-Client für den Textmodus)	750
18.3	Offline-News-Konfiguration (leafnode)	754
	Installation und Konfiguration	754
	Betrieb	757
	Alte News-Beiträge löschen	759
19	Netzwerk-Server-Konfiguration	761
19.1	Einführung	762
	Überblick	762
	Einschränkungen	763
	Topologie des Beispielnetzwerks	763
	Vorgehensweise bei der Konfiguration eines Internet-Routers	765
19.2	Masquerading (Internet-Router)	766
	Grundlagen	766

Masquerading mit Kernel 2.2	768
Masquerading mit Kernel 2.4	769
Probleme	771
19.3 DHCP-Server einrichten	772
Funktionsweise	773
DHCP-Server-Konfiguration	774
DHCP-Client-Konfiguration	777
19.4 Domain-Name-Server einrichten	778
Einführung	778
Konfiguration als Name-Server-Cache	780
Konfiguration zur Verwaltung lokaler Rechnernamen	783
DNS-Client-Konfiguration	786
DNS und DHCP	786
19.5 Squid (Web-Proxy-Cache)	787
Installation und Konfiguration	787
Konfiguration als transparenter Proxy-Cache	789
Zugriffssteuerung	790
19.6 inetd- und xinetd	792
inetd und tcpd	793
xinetd	794
19.7 FTP-Server	796
19.8 Telnet-Server	797
19.9 SSH-Server	797
19.10 NFS-Server	798
Installation und Konfiguration	799
Anwendung	800
19.11 Netzwerkdrucker einrichten	802
Netzwerkdrucker mit BSD-LPD einrichten	803
Netzwerkdrucker mit LPRng einrichten	803
Netzwerkdrucker mit CUPS einrichten	805
Filterprobleme	806
19.12 Samba	807
Grundlagen/Glossar	808
Inbetriebnahme und Administration	812
Windows-Client-Konfiguration	817
Sicherheitsstufen, Benutzerverwaltung, Passwörter	818
Verzeichnisse freigeben	823
Netzwerkdrucker	826

19.13 Sicherheit, Firewalls	828
Einführung	829
Konfiguration und Wartung eines einfachen Linux-Firewall-Rechners	831
Zugriff auf Internet-Dienste einschränken (inetd, xinetd)	833
Paketfilter	834
Konfigurationshilfen – Paketfilter per Mausclick?	836
ipchains-Grundlagen	838
ipchains-Beispiel (Mini-Firewall)	844
iptables-Grundlagen	848
 IV ANWENDUNG	 857
 20 bash – Ein moderner Kommandointerpreter	 859
20.1 Was ist eine Shell?	860
In eine andere Shell wechseln	860
Default-Shell verändern	861
20.2 Basiskonfiguration	861
20.3 Kommandoeingabe	863
Expansion von Kommando- und Dateinamen	863
Wichtige Tastenkürzel	865
Alias-Abkürzungen	865
20.4 Ein- und Ausgabeumleitung	866
Pipes	867
Ausgabevervielfachung mit tee	868
20.5 Kommandoausführung	869
Hintergrundprozesse	869
Ausführung mehrerer Kommandos	869
20.6 Substitutionsmechanismen	871
Dateinamenbildung mit Jokerzeichen	871
Zeichenkettenbildung mit geschweiften Klammern	872
Berechnung arithmetischer Ausdrücke in eckigen Klammern	873
Kommandosubstitution	873
Sonderzeichen in Zeichenketten	874
20.7 Shell-Variablen	875
Lokale und globale Variablen (Umgebungsvariablen)	877
Wichtige Shell-Variablen	878

21	bash-Programmierung	881
21.1	Einführung	882
	Beispiel 1: grepall	882
	Beispiel 2: applysedfile	883
	bash Version 2	884
	Formale Aspekte von Shell-Programmen	884
	Andere Script-Sprachen	885
21.2	Variablenverwaltung in Shell-Programmen	886
	Gültigkeitsbereich von Variablen	886
	Durch die Shell vordefinierte Variablen	888
	Parametersubstitution	889
	Variablen mit read einlesen	891
	Variablendefinition in den Dateien profile und bashrc	891
21.3	Verzweigungen	893
	if-Verzweigungen	893
	Formulierung von Bedingungen mit test	895
	case-Verzweigungen	896
21.4	Schleifen	897
	for-Schleifen	897
	while-Schleifen	898
	until-Schleifen	898
21.5	Beispiele für Shell-Programme	899
	Backup-Script	899
	mv und cp für reguläre Ausdrücke	900
	Endlosschleife zum automatischen Start von L ^A T _E X	902
21.6	Kommandoreferenz zur Shell-Programmierung	903
21.7	Referenz aller Sonderzeichen	915
22	Kommandoreferenz	917
22.1	Thematische Übersicht der Kommandos	918
22.2	Alphabetische Kommandoreferenz	922
23	Audio, MP3 und CD-R	981
23.1	Einführung	982
	Konfiguration der Sound-Karte	982
	Lautstärkeregelung	983
	Erster Test	984

23.2	Sound-Kernel-Module	984
	OSS/Lite-Konfiguration	985
	ALSA-Konfiguration	986
23.3	KDE- und Gnome-Sound-System	987
	KDE-Sound-System (aRts)	988
	Gnome-Sound-System (EsoundD)	989
23.4	Audio-CD-Player	989
23.5	MP3-Tools	991
	MP3-Player	993
	MP3-Webbrowser-Konfiguration	995
	MP3-Encoder	997
	Andere Audio-Konverter	999
23.6	Ogg Vorbis	999
23.7	RealAudio-Player	1000
23.8	CD-Tracks einlesen (Ripper)	1001
23.9	CD-ROMs schreiben	1003
	ISO-Image für Daten-CDs erstellen und testen	1004
	CDs mit cdrecord schreiben	1007
	Daten-CDs testen	1013
	Benutzeroberflächen zu cdrecord und mkisofs	1014
24	Emacs – Der König der Editoren	1017
24.1	Schnelleinstieg	1018
	Minimalkonfiguration	1019
	Texte laden und speichern, Programm beenden	1021
	Elementare Kommandos	1022
24.2	Grundlagen	1023
	Bearbeitungsmodi	1023
	Tastaturkonventionen	1023
	Mausunterstützung	1024
	X-spezifische Optionen und Ressourcen	1025
	Emacs in der Textkonsole	1025
24.3	Online-Hilfe	1026
24.4	Cursorbewegung	1028
24.5	Text markieren, löschen und einfügen	1029
24.6	Elementare Edit-Kommandos	1031
	Text einfügen bzw. überschreiben	1031
	Groß- und Kleinschreibung verändern	1032

Buchstaben, Wörter und Zeilen vertauschen	1032
Tabulatoren	1033
Text manuell ein- und ausrücken	1034
24.7 Fließtext	1035
Einrückungen im Fließtext	1036
Textmodus	1036
24.8 Suchen und Ersetzen	1037
Inkrementelles Suchen	1037
Suche nach Mustern (mit regulären Ausdrücken)	1038
Suchen und Ersetzen	1039
24.9 Puffer und Fenster	1040
24.10 Besondere Bearbeitungsmodi, Syntaxhervorhebung	1042
Syntaxhervorhebung	1043
24.11 Fortgeschrittene Funktionen	1044
Abkürzungen	1044
Eingabe fremdsprachiger Sonderzeichen	1047
Emacs als Shell verwenden	1047
Client/Server-Betrieb	1048
24.12 Konfiguration per Mausclick	1048
 25 L^AT_EX 2_ε	 1051
25.1 Einführung	1052
L ^A T _E X und die wichtigsten Hilfsprogramme	1052
Online-Dokumentation zu L ^A T _E X	1053
Fehlersuche in L ^A T _E X-Texten	1054
Einführungsbeispiel	1055
L ^A T _E X-Distributionen	1059
Der L ^A T _E X-Verzeichnisbaum	1059
25.2 Elementare L^AT_EX-Kommandos	1061
Formale Details	1061
Strukturierung von Texten	1061
Gestaltung des Schriftbilds	1064
Sonderzeichen und Akzente	1066
Euro-Symbol	1068
Tabellen	1068

	Aufzählungen	1070
	Mehrspaltiger Text	1070
	Rahmen	1071
25.3	Gestaltung wissenschaftlicher Texte	1072
	Inhaltsverzeichnis	1072
	Querverweise	1073
	Fußnoten	1074
	Literaturverzeichnis	1074
	Abbildungen	1075
	Stichwortverzeichnis	1078
25.4	Mathematische Formeln	1079
	Klammern	1082
	Matrizen	1083
	Mathematische Sonderzeichen	1083
	Griechische und kalligraphische Buchstaben	1084
25.5	Steuerung des Layouts	1085
	Trennungen	1085
	Wortzwischenräume und horizontale Leerräume	1086
	Zeilenumbruch und vertikale Leerräume	1087
	Fester Seitenumbruch	1088
	Eigene Kopfzeilen	1088
	Globale Layouteinstellung	1089
25.6	Metafont- und PostScript-Zeichensätze	1090
	Metafont-Grundlagen	1090
	Ausdruck in einer höheren Auflösung als 300 dpi	1092
	Zeichensatzdateien	1093
	Verwendung von PostScript-Schriftarten	1094
25.7	LaTeX für Fortgeschrittene	1095
	Makros	1095
	Bearbeitung umfangreicher Texte	1096
	Besonderheiten beim Satz dieses Buchs	1097
	latex2html, tex4ht	1098
	PDFLaTeX	1099
25.8	dvips, xdvi, kdvi	1100
	Konvertierung DVI → PostScript (dvips)	1100
	DVI-Dateien anzeigen (xdvi, kdvi)	1101

26	LyX – L^AT_EX leicht gemacht	1103
26.1	Einführung	1104
	Was ist LyX (und was ist es nicht)?	1104
	Layouteinschränkungen	1105
	WYSIWYG-Einschränkungen	1106
	Sonstige Einschränkungen	1106
	L ^A T _E X-Import	1106
	LyX versus KLyX	1106
26.2	Arbeitstechniken	1108
	Das erste LyX-Dokument	1108
	Absatzformatierung	1109
	Zeichenformatierung	1111
	Dokumentlayout	1111
	Vorlagen	1113
	Bearbeitung umfangreicher Dokumente	1113
26.3	Gestaltung wissenschaftlicher Dokumente	1113
	Abbildungen	1113
	Tabellen	1115
	Inhaltsverzeichnis	1118
	Stichwortverzeichnis	1118
	Querverweise	1118
	Literaturverzeichnis	1118
26.4	Mathematische Formeln	1119
26.5	Tipps und Tricks	1121
26.6	Konfiguration	1123
26.7	Tastenkürzel	1126
	Textmodus	1127
	Mathematik-Modus	1129
27	Gimp – Die Photoshop-Alternative	1131
27.1	Einführung	1132
	Was ist Gimp?	1132
	Traum und Wirklichkeit	1133
	Dokumentation	1133
27.2	Beispiele	1134
	Logos, Buttons etc.	1134
	Schatten für ein 3D-Objekt	1136
27.3	Grundlagen	1138
	Überlebensregeln	1138

Dateiformate	1141
27.4 Malwerkzeuge	1144
Pencil, Paintbrush, Airbrush, Erase	1145
Schreiben mit Feder und Tinte	1145
Füllen mit Farben und Mustern (Bucket Fill)	1146
Klonen ohne Gentechnik	1147
Farben	1148
Farbverläufe (Blend)	1148
Bild schärfen bzw. weichzeichnen (Sharpen/Blur)	1150
Abwedeln und Nachbelichten	1151
Verschmieren	1151
Zusätzliche Optionen	1151
27.5 Text	1152
Dynamischer Text	1154
27.6 Auswahl (Markierung)	1155
Rechteckige und elliptische Markierungen	1156
Markierungen zusammensetzen	1156
Lasso (Freie Auswahl), Intelligente Schere (Umrissauswahl)	1157
Zauberstab (unscharfe Auswahl)	1158
Bezier-Auswahl	1159
Markierungsoptionen	1160
Markierungen vergrößern bzw. verkleinern	1161
Auswahl verändern mit der Quick Mask	1162
Schwebende Auswahl (Floating selection)	1163
Markierungen kopieren und einfügen	1165
Markierungen verschieben bzw. transformieren	1165
Markierungsrand nachzeichnen	1166
27.7 Ebenen, Masken und Kanäle	1167
Ebenen (Layers)	1167
Masken	1172
Kanäle (Channels)	1173
27.8 Gimp für Fortgeschrittene	1174
Filter	1174
Farbmanipulation	1175
Script-Fu	1176
Plugins	1177
Installation von Zusatzkomponenten	1178
Konfiguration	1178
27.9 Drucken mit Gimp	1180
27.10 Referenz der Tastenkürzel im Bildfenster	1182

ANHANG**1185**

A	Mandrake 8.2	1185
	Installation	1186
	Konfiguration	1191
	Paketmanager	1194
	Update-Manager	1195
	Mandrake-Besonderheiten	1197
	Notfall/Recovery	1199
B	Red Hat 7.3	1203
	Installation	1204
	Konfigurationswerkzeuge	1212
	Paketmanager	1214
	Update-Manager	1216
	Red-Hat-Besonderheiten	1219
	Notfall/Recovery	1220
C	SuSE 8.0	1223
	Installation	1225
	Konfiguration	1231
	Paketmanager	1236
	Update-Manager	1237
	SuSE-Besonderheiten	1238
	SuSE-Konfigurationsdateien und -Interna	1241
	Notfall/Recovery	1244
D	Die beiliegende CD-ROM (nicht im eBook enthalten)	1247
E	Literaturverzeichnis	1249
	Stichwortverzeichnis	1253

Vorwort

Linux ist gerade zehn Jahre alt geworden. Im September 1991 stellte Linus Torvalds, damals noch Student in Helsinki, die erste Version des Linux-Kernels (Versionsnummer 0.01) ins Internet. Seither wurde Linux von Tausenden von Programmierern weltweit rasant weiterentwickelt. Was am Anfang ein Geheimtipp für Hacker war, ist nun ein professionelles Betriebssystem, das von Millionen Anwendern regelmäßig eingesetzt wird!

Die vielleicht bekannteste Eigenschaft von Linux besteht darin, dass es frei ist. 'Frei' bezieht sich nicht nur auf den Preis (Linux darf bei Einhaltung bestimmter Spielregeln kostenlos weitergegeben werden), sondern auch und vor allem auf die Verfügbarkeit des Quellcodes: Wenn Sie mit Linux nicht zufrieden sind, können Sie (entsprechende Programmierkenntnisse vorausgesetzt) gleich selbst versuchen, das Problem zu lösen.

Linux ist aber auch ein unbequemes Betriebssystem – besonders, wenn Sie den Komfort von Microsoft Windows oder des Macintosh OS gewohnt sind:

- Die Bedienung von Linux ist nicht immer einfach.
- Linux unterstützt nicht jede Hardware. Besonders ganz neue Hardware-Komponenten bereiten oft Schwierigkeiten.
- Für jedes Problem und für jede Anwendung gibt es bei Linux mindestens drei Lösungen. Das erschwert gerade Einsteigern oft die Orientierung.

Die Vielfalt von Linux-Anwendungen und -Distributionen kommt auch in diesem Buch zum Ausdruck. Ich habe mich bemüht, nicht einfach eine Linux-Distribution (z. B. SuSE oder Red Hat) zu beschreiben. Stattdessen geht das Buch auf zahlreiche Konfigurationsmöglichkeiten und Varianten ein, durch die sich verschiedene Linux-Systeme unterscheiden.

Manchmal ist vielleicht auch dieses Buch unbequem: Sie werden hier keine Sammlungen von Screenshots mit Anweisungen der Art *'Klicken Sie hier'* finden. Mein Anliegen ist es vielmehr, Ihnen die Grundlagen von Linux zu erklären und Ihnen ein wenig die Philosophie von Unix/Linux nahe zu bringen – gewissermaßen *the Linux way to do it*. Mit diesem Buch sollen Sie Linux nicht nur anwenden, sondern auch verstehen lernen. Insofern versteht sich das Buch daher nicht als Ersatz für die Handbücher, die mit manchen Distributionen mitgeliefert werden, sondern als Ergänzung.

Damit keine falschen Erwartungen geweckt werden: Trotz des großen Umfangs kann auch dieses Buch unmöglich auf jeden Aspekt von Linux eingehen. Dazu würden selbst zehn Bücher dieses Umfangs nicht ausreichen!

Mit Linux in die Zukunft!

- Wenn Ihnen Stabilität und Datensicherheit wichtiger sind als markige Werbesprüche,
- wenn Sie einen stabilen und kostenlosen Netzwerk- oder Internet-Server benötigen,
- wenn Sie den großen Software-Firmen nicht länger auf Gedeih und Verderb (meistens Letzteres) ausgeliefert sein möchten,
- wenn Sie hinter die Kulissen Ihres Betriebssystems sehen möchten,
- wenn Sie Erfahrungen mit den unterschiedlichsten Programmiersprachen sammeln möchten (von C++ bis Python),
- wenn Sie das reiche Repertoire von Unix-Programmen aus dem wissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Bereich nutzen möchten,
- wenn Sie selbst entscheiden möchten, welche Programme auf Ihrem Rechner laufen und welche nicht,
- wenn Sie keine Lust haben, schon bei der Installation alle möglichen Daten zur Registrierung an riesige Konzerne zu versenden,
- wenn Sie sich nicht jeden Monat über neue Viren ärgern möchten, die die zahllosen Sicherheitslücken Ihres Rechners ausnutzen,

dann liegen Sie mit Linux richtig. Lassen Sie sich von meiner Begeisterung für Linux anstecken!

Michael Kofler, Oktober 2001

Aktualisierter und korrigierter Nachdruck April 2002

Leider ist es nicht möglich, ein Buch dieses Umfangs jedes Mal vollständig zu aktualisieren, wenn eine neue Version einer Linux-Distribution erscheint (also alle paar Monate). Andererseits ist es natürlich unbefriedigend, wenn im Buch nur Distributionen beschrieben werden, die es schon gar nicht mehr gibt. Für diesen Nachdruck wurde daher ein Kompromiss gewählt: Der Hauptteil des Buchs – also die ersten 27 Kapitel – blieben bis auf einige Errata unverändert. Der Anhang wurde aber erneuert und beschreibt nun Mandrake Linux 8.2, Red Hat Linux 7.3 (Beta 2) sowie SuSE Linux 8.0. Auch die beiliegende CD enthält nun eine Evaluationsversion von SuSE Linux 8.0.

Michael Kofler, April 2002

<http://www.kofler.cc>

Dank: Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei Linus Torvalds, der den Stein (Kern) ins Rollen brachte, bei Tausenden Entwicklern, die Linux zum umfassendsten Open-Source-System machten, bei SuSE für eine tolle Distribution und die CD zum Buch, bei Margot Rzyzyski für das geniale Titelbild, bei Susanne Spitzer und Irmgard Wagner für ihre Geduld trotz vieler Verzögerungen und bei Heidi, die mich bis zuletzt aufmunterte und motivierte.

Konzeption, Neuerungen

Das Buch ist in vier Teile gegliedert:

- Teil I (Kapitel 1 bis 4) geht auf die **Installation** und erste Nutzung von Linux ein.
- Teil II (Kapitel 5 bis 13) gibt viele Informationen zur optimalen **Konfiguration** von Linux. Gleichzeitig wird das erforderliche Hintergrundwissen vermittelt.
- Teil III (Kapitel 14 bis 19) beschäftigt sich mit dem Thema **Netzwerke/Internet**.
- Teil IV (Kapitel 20 bis 27) beschreibt schließlich die **Anwendung** des Linux-Systems – von der Eingabe einfacher Kommandos in der Shell bis hin zur Bildverarbeitung mit Gimp.

In *Teil I* werden zuerst einige elementare Fragen zu Linux beantwortet: Was ist Linux? Wie ist es entstanden? Was ist eine Distribution? Kapitel 2 erklärt den Installationsprozess von Linux. (Detailinformationen zu einigen Distributionen folgen im Anhang.) Kapitel 3 vermittelt einen Schnelleinstieg in die Bedienung eines laufenden Linux-Systems: Login, Logout, Shutdown, Umgang mit Dateien, Anzeigen und Editieren von Dateien etc. Ebenfalls sehr wertvoll für die ersten Schritte in Linux ist Kapitel 4: Es beschreibt, wo Sie die Online-Dokumentation zu Linux finden.

Teil II beschreibt die Grundlagen und die Konfiguration von Linux: Aufbau des Dateisystems, Hardware-Einbindung, Prozessverwaltung, Bootvorgang, X Window System, KDE und Gnome etc.

Teil III ist eine Einführung in das weitläufige Thema Netzwerke/Internet. Behandelt werden der Anschluss eines Linux-Rechners an ein lokales Netzwerk, der Zugang zum Internet via Modem/ISDN-Karte/ADSL sowie die Nutzung elementarer Internet-Funktionen (z. B. WWW, FTP, Mail, News). Ganz neu in diesem Buch ist ein eigenes Kapitel zur Server-Konfiguration. Es zeigt, wie Sie einen Linux-Rechner als Internet-Router für ein lokales Netzwerk einrichten und wie Sie via Linux elementare Netzwerkdienste anbieten (DHCP, DNS, NFS, Samba, Netzwerk-Drucker etc.).

Teil IV beschreibt schließlich einige wichtige Linux-Anwendungsprogramme abseits der Netzwerk-Tools. Kapitel 20 erklärt die Bedienung der bash, die unter Linux die Standard-Shell zur Eingabe von Kommandos darstellt. Kapitel 22 gibt einen Überblick über die wichtigsten Kommandos, die unter Linux zur Verfügung stehen (ls, cp, find, grep etc.). Einigen besonders wichtigen Programmen werden eigene Kapitel gewidmet: dem Editor Emacs, dem Satzprogramm \LaTeX , dem Textverarbeitungsprogramm LyX (genau genommen handelt es sich um eine moderne Benutzeroberfläche zu \LaTeX) und dem

Bildverarbeitungsprogramm Gimp, das ähnliche Funktionen wie das kommerzielle Programm Adobe Photoshop bietet.

Der *Anhang* geht schließlich auf die Besonderheiten einiger wichtiger Linux-Distributionen ein.

TIPP

Nicht alle in diesem Buch beschriebenen Programme werden mit allen Linux-Distributionen mitgeliefert. Wenn bei Ihrer Distribution ein bestimmtes Programm fehlt, finden Sie es auf jeden Fall im Internet.

Neu in dieser Auflage

Das Buch wurde für diese Auflage einmal mehr umfassend überarbeitet und hat mittlerweile ca. doppelt so viele Seiten wie in der ersten Auflage!

Versionen: Das Buch berücksichtigt die folgenden Versionen wichtiger Linux-Komponenten: Kernel 2.4, XFree 4.*n*, KDE 2.2, Gnome 1.4, Gimp 1.2, SuSE 7.3, Red Hat 7.2 und Mandrake 8.1. (Der Anhang geht auf die Änderungen ein, die sich durch Mandrake 8.2, Red Hat 7.3 Beta 2 sowie SuSE 8.0 ergeben.)

Konfiguration und Hardware: Die Kapitel zu den Grundlagen und zur Konfiguration von Linux sind übersichtlicher strukturiert und zu großen Teilen neu geschrieben worden. Dabei wurden zahlreiche Themen neu aufgenommen: Unicode, das ext3- und das Reiserfs-Dateisystem, LVM, Drucken mit CUPS, Scannen, der Linux-Start mit Grub, der Umgang mit USB- und Firewire-Geräten, die X-Font-Verwaltung und Anti-Aliasing, 3D-Grafik (DRI) etc.

Internet und Netzwerke: Aus einem Kapitel (1. Auflage) sind nunmehr sechs Kapitel geworden! Neben vielen Aktualisierungen hat sich vor allem das Kapitel zum Thema Webbrowser vollkommen geändert: Es beschreibt nicht nur die neuen Browser (Mozilla, konqueror etc.), sondern geht auch ausführlich auf die Plugin- und Java-Konfiguration ein. Neben der Client-Sicht wird auch die Server-Konfiguration behandelt: Linux als Router (Internet-Zugang für ein lokales Netz mit Masquerading, DHCP, DNS und Squid), Linux als Netzwerk-Server (FTP, SSH, NFS, Drucker-Server, Samba), Linux als einfacher Firewall (Absicherung des Internet-Zugangs etc.) Dabei wird immer wieder auf die Möglichkeiten zur Integration von Linux- und Windows-Rechnern in lokalen Netzen hingewiesen.

Anwendung: Hier hat sich – außer den obligatorischen Aktualisierungen – am wenigsten getan. Neu ist ein eigenes Kapitel, das sich mit den Themen Audio, MP3, CD-R etc. beschäftigt.

Online-Kapitel: Aus Platzgründen wurden die Kapitel zur Emacs-Programmierung und zur Tcl/Tk-Programmierung ausgelagert. Die Kapitel sind als PDF-Dateien weiterhin auf meiner Website www.kofler.cc verfügbar, werden aber nicht mehr gewartet.

Distributionen

Linux steht in einer Vielzahl von Distributionen zur Verfügung (z. B. Caldera, Debian, Mandrake, Red Hat, Slackware, Stampede, SuSE, TurboLinux, um die bekanntesten aufzuzählen). Natürlich sind diese Distributionen zueinander recht ähnlich – in jedem Fall erhalten Sie nach der Installation ein Linux-System, das die meisten der in diesem Buch beschriebenen Programme und Kommandos zur Verfügung stellt. Leider gibt es aber auch beträchtliche Unterschiede, was die Administration und Konfiguration betrifft.

Dieses Buch versucht, so weit das möglich ist, Linux unabhängig von irgendwelchen Distributionen zu beschreiben und gleichsam den gemeinsamen Nenner aller oder zumindest der meisten Linux-Distributionen zu finden. Wo das nicht möglich ist, beschränkt es sich auf die drei zurzeit populärsten Distributionen, nämlich auf Mandrake, Red Hat und SuSE. Soweit nicht anders angegeben, beziehe ich mich dabei auf die folgenden Versionen:

- Mandrake 8.0/8.1 (Kapitel 1 bis 27) bzw. Mandrake 8.2 (Anhang A)
- Red Hat 7.1/7.2 ((Kapitel 1 bis 27) bzw. Red Hat 7.3 (Anhang B)
- SuSE 7.2/7.3 (Kapitel 1 bis 27) bzw. SuSE 8.0 (Anhang C)

Was Sie in diesem Buch nicht finden

Linux ist viel zu umfassend, als dass es in einem Buch vollständig beschrieben werden könnte. Um Enttäuschungen zu vermeiden, sind gleich an dieser Stelle einige Dinge aufgelistet, die Sie in diesem Buch nicht finden werden:

- **Hardware:** Dieses Buch beschreibt nur Hardware, soweit sie von mir selbst getestet werden konnte. Auch wenn das Buch in dieser Auflage im Hinblick auf Hardware stark erweitert wurde, ist es unmöglich, alle Hardware-Varianten zu beschreiben. Wenn Sie moderne (Multimedia-)Hardware unter Linux in Betrieb nehmen möchten, bleibt Ihnen ein Blick in die zu Ihrer Distribution verfügbaren Informationen sowie in die Online-Dokumentation nicht erspart.
- **Programmierung:** Das Buch beschäftigt sich nur sehr knapp mit dem Thema Programmierung: Einzig ein Kapitel zur bash-Programmierung führt in die Erstellung einfacher Shell-Script-Programme ein. Andere Programmiersprachen sowie die Interna des Kernels bleiben dagegen ausgespart. (Es wird aber erklärt, wie Sie den Kernel neu kompilieren können. Dazu sind keinerlei Programmierkenntnisse erforderlich.)
- **Netzwerk- und Server-Administration:** Eine weitere Lücke betrifft das Thema Netzwerke: Obwohl das Buch gerade in dieser Beziehung in den beiden letzten Auflagen stark erweitert wurde, beschreibt es das Thema Netzwerke/Internet primär aus dem Blickwinkel des Privatanwenders, der lediglich seinen eigenen Rechner an das Internet anbindet bzw. ein kleines Netzwerk verwaltet. Wenn Sie Linux dagegen als Intranet- oder Internet-Server in großen Netzen und mit entsprechend höheren Sicherheits- und Geschwindigkeitsansprüchen einsetzen möchten, benötigen Sie weitergehende Literatur. Dieses Buch richtet sich an Linux-Anwender, nicht an System-

administratoren! (Tipps für weiterführende Literatur finden Sie im Quellenverzeichnis dieses Buchs sowie auf meiner Website.)

- **Multimedia- und Büro-Anwendungen:** Linux ist für den Einsatz als Netzwerk-Server, für wissenschaftliche Anwendungen etc. prädestiniert. Multimedia- und Büro-Anwendungen sind zwar ebenfalls möglich, Linux kann in dieser Hinsicht aber noch nicht mit Microsoft Windows mithalten.

Soweit bereits Office-Programme zur Verfügung stehen, unterscheidet sich deren Anwendung nur unwesentlich von vergleichbaren Windows-Anwendungen (zu denen es Literatur ohne Ende gibt). Aus diesen Gründen wird auf eine Beschreibung dieser Programme verzichtet. Stattdessen wurde der Anwendungsschwerpunkt bei Linux- bzw. Unix-spezifischen Programmen wie Emacs, L^AT_EX, LyX und Gimp gesetzt.

- **Kommerzielle Programme:** Das Buch macht außerdem einen Bogen um kommerzielle Programme. Es würde den Rahmen dieses Buchs sprengen, auch nur eine Auswahl dieser Programme zu beschreiben.

Formales

In diesem Buch werden häufig Kommandos angegeben. Dabei werden die Teile, die tatsächlich einzugeben sind, fett hervorgehoben. Der Rest der Listings besteht aus dem so genannten Kommandoprompt (der systemabhängig ist) und Ausgaben des Kommandos.

Dazu gleich ein Beispiel: Bei den Zeichen `user$` handelt es sich um den Kommandoprompt. (Der Prompt sind die Zeichen, die im Kommandofenster vor jeder Eingabe angezeigt werden. Sie brauchen nicht eingegeben werden!) Dem folgt das eigentliche Kommando und in den weiteren Zeilen das Ergebnis der Ausgabe. (`ls` zeigt die Liste aller Dateien im aktuellen Verzeichnis an.)

```
user$ ls *.tex
article.tex
config.tex
lanclient.tex
...
```

Manche Kommandos können nur vom Systemadministrator `root` eingegeben werden. In diesem Fall wird der Kommandoprompt in diesem Buch als `root#` dargestellt.

```
root# /etc/init.d/nfs restart
```

Falls einzelne Kommandos so lang sind, dass sie nicht in einer Zeile Platz finden, werden sie mit dem Zeichen `\` auf zwei oder mehr Zeilen verteilt. In diesem Fall können Sie die Eingabe entweder in einer Zeile ohne `\` eingeben, oder wie im Buch auf mehrere Zeilen verteilen. `\` ist also ein unter Linux zulässiges Zeichen, um mehrzeilige Kommandoeingaben durchzuführen verteilen.

Teil I

Installation

Kapitel 1

Was ist Linux?

Um die einleitende Frage zu beantworten, werden in diesem Kapitel zuerst einige wichtige Begriffe erklärt, die im gesamten Buch immer wieder verwendet werden: Betriebssystem, Unix, Distribution, Kernel etc. Ein knapper Überblick über die Merkmale von Linux und die verfügbaren Programme macht deutlich, wie weit die Anwendungsmöglichkeiten von Linux reichen.

Es folgt ein kurzer Ausflug in die noch junge Geschichte von Linux: Sie erfahren, wie Linux entstanden ist und auf welchen Komponenten es basiert. Von zentraler Bedeutung ist dabei natürlich die General Public License (kurz GPL), die angibt, unter welchen Bedingungen Linux weitergegeben werden darf. Erst die GPL macht Linux zu einem freien System (wobei frei mehr heißt als einfach kostenlos).

1.1 Was ist Linux?

Linux ist ein Unix-ähnliches Betriebssystem. Der wichtigste Unterschied gegenüber herkömmlichen Unix-Systemen besteht darin, dass Linux zusammen mit dem vollständigen Quellcode frei kopiert werden darf. (Details zu den Bedingungen, unter denen Linux und die dazugehörigen Programme weitergegeben werden dürfen, folgen auf Seite 58.) Einschränkungen in der Funktionalität gibt es dagegen kaum; Linux ist in vielerlei Beziehung vollständiger als so manches teure Unix-System. Es unterstützt eine größere Palette von Hardware-Komponenten und enthält in vielen Bereichen effizienteren Code.

Ein **Betriebssystem** ist ein Bündel von Programmen, mit denen die grundlegendsten Funktionen eines Rechners realisiert werden: die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine (also konkret: die Verwaltung von Tastatur, Bildschirm etc.) und die Verwaltung der Systemressourcen (Rechenkapazität, Speicher etc.). Sie benötigen ein Betriebssystem, damit Sie ein Programm überhaupt starten und eigene Daten in einer Datei speichern können.

Im Verlauf der Computer-Geschichte sind verschiedene Betriebssysteme entstanden. Bisher hatten Sie höchstwahrscheinlich den intensivsten Kontakt mit einem der vielen Windows-Betriebssysteme (3.1, 95, 98, SE, ME, NT, 2000, XP etc.) oder vielleicht mit deren Vorgänger, MS-DOS. Andere Betriebssysteme sind die der Apple-Computerfamilie und der inzwischen fast schon vergessenen Homecomputer Commodore Amiga und Atari ST etc.

Lange vor all diesen Betriebssystemen gab es **Unix**. Unix ist also historisch gesehen ein ziemlich altes Betriebssystem. Dennoch ist es ein modernes Betriebssystem, das von Anfang an mit Merkmalen ausgestattet war, die von Microsoft erst sehr viel später (seit Windows NT) in einer vergleichbaren Form angeboten wurden. Unter Unix gibt es echtes Multitasking, eine Trennung der Prozesse voneinander (d. h. mehr Stabilität), klar definierte Zugriffsrechte für Dateien (d. h. mehr Sicherheit im Multiuser-Betrieb), ausgereifte Netzwerkfunktionen etc. Der im Vergleich zu MS-DOS große Speicherbedarf von Unix und die auf den ersten Blick abschreckende Benutzeroberfläche haben es aber zu einem Betriebssystem werden lassen, das fast ausschließlich auf teuren Workstations im wissenschaftlichen und industriellen Bereich eingesetzt wurde.

Linux ist im Prinzip nichts anderes als eine neue Unix-Variante. Zu den Besonderheiten von Linux zählt die freie Verfügbarkeit des gesamten Quelltexts und die Unterstützung von Standard-Hardware. (Linux läuft auf jedem PC.) Die weite Verbreitung, die Linux in den letzten Jahren gefunden hat, aber auch der Internet-Boom mit dem damit verbundenen großen Bedarf an stabilen und skalierbaren Hochleistungsnetzwerk-Servern, hat der schon totgesagten Unix-Welt neuen Auftrieb gegeben.

Unix wird in diesem Buch als Oberbegriff für diverse vom ursprünglichen Unix abgeleitete Betriebssysteme verwendet. Die Namen dieser Betriebssysteme enden im Regelfall mit *-ix* (Irix, Xenix etc.) und sind zumeist geschützte Warenzeichen der jeweiligen Firmen. UNIX selbst ist ebenfalls ein geschütztes Warenzeichen. Die Rechte haben in den vergangenen Jahren mehrfach den Besitzer gewechselt.

Übrigens können Sie auf Ihrem PC problemlos mehrere Betriebssysteme parallel installieren. Sie müssen dann beim Starten des Rechners angeben, ob der Rechner unter Windows, unter Linux oder unter einem anderen Betriebssystem gestartet werden soll. Unter Linux ist sogar ein Zugriff auf das Dateisystem von DOS bzw. Windows möglich.

Der Kernel

Genau genommen bezeichnet der Begriff Linux nur den **Kernel**: Der Kernel ist der innerste Teil (Kern) eines Betriebssystems mit ganz elementaren Funktionen wie Speicherverwaltung, Prozessverwaltung und Steuerung der Hardware. Die Informationen in diesem Buch beziehen sich auf den Kernel 2.4.

Die Versionsnummern des Kernels sind eine Wissenschaft für sich. Es wird zwischen stabilen Anwender-Kernel-Versionen (2.0.*n*, 2.2.*n*, 2.4.*n*) und Entwickler-Kernel-Versionen unterschieden (auch Hacker-Kernel, 2.1.*n*, 2.3.*n*, 2.5.*n*). Linux-Anwender, die Wert auf ein stabiles System legen, sollten einen ausgereiften und erfahrungsgemäß sehr stabilen Anwender-Kernel verwenden. Nur wer an der Weiterentwicklung des Kernels teilnehmen möchte oder auf ein neues Feature des Entwickler-Kernels angewiesen ist, das im letzten stabilen Kernel noch nicht enthalten ist, muss mit einem Hacker-Kernel vorlieb nehmen. Die Entwickler-Kernel haben den Nachteil, dass sie oft noch unzureichend getesteten Code enthalten; die Wahrscheinlichkeit von Problemen ist daher viel größer. Die meisten Distributionen basieren auf stabilen Kernen, bieten aber die Option, den jeweils neuesten verfügbaren Entwickler-Kernel zu installieren.

Da Linux beständig über das Internet weiterentwickelt wird, gibt es praktisch wöchentlich eine oder mehrere neue Versionen des Entwickler-Kernels. Sie brauchen aber keine Angst zu haben, dass Sie ständig irgendwelchen Updates hinterherlaufen müssen. Sobald Linux einmal stabil auf Ihrem Rechner läuft, besteht selten ein Grund, daran etwas zu ändern. Die meisten Änderungen am Kernel betreffen irgendwelche besonderen Aspekte von Linux, etwa die Anpassung des Systems an neue Hardware, die Korrektur von (zumeist nur unter seltenen Umständen auftretenden) Fehlern oder die Optimierung einer Funktion.

Generell sollten Sie sich von Versionsnummern nicht allzu sehr verwirren lassen: Nicht nur der Kernel hat eine Versionsnummer, sondern praktisch alle unter Linux verfügbaren Libraries, Compiler, Programme, Distributionen usw. Weitere Hintergrundinformationen zum Kernel und seinen Eigenschaften finden Sie ab Seite 385. Dort wird auch beschrieben, wie Sie einen aktuellen Kernel selbst übersetzen können.

1.2 Was bietet Linux?

Noch immer ist die einleitende Frage – Was ist Linux? – nicht ganz beantwortet. Viele Anwender interessiert der Kernel nämlich herzlich wenig – sofern er nur läuft und die vorhandene Hardware unterstützt. Für sie umfasst der Begriff Linux, wie er umgangssprachlich verwendet wird, neben dem Kernel auch das riesige Bündel von Programmen, die zusammen mit dem Linux-Kernel in Form von Distributionen geliefert werden (siehe den folgenden Abschnitt ab Seite 48).

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die wichtigsten Merkmale von Linux und die verfügbaren Anwenderprogramme. Natürlich ist diese Übersicht nicht vollständig – es würde ja keinen Sinn ergeben, hier jedes unter Linux laufende Programm aufzuzählen.

Kernel-Eigenschaften

- Linux unterstützt Multitasking (die gleichzeitige Abarbeitung mehrerer Prozesse), Multiuser-Betrieb (die gleichzeitige Nutzung durch mehrere Anwender), Paging (die Auslagerung von Speicher auf die Festplatte, wenn zu wenig RAM zur Verfügung steht), Shared Libraries (Bibliotheken mit Systemfunktionen werden nur einmal geladen, wenn sie von mehreren Prozessen benötigt werden), Interprocess Communication (IPC) und Symmetric Multi Processing (SMP, die Nutzung mehrerer Prozessoren).
- Linux unterstützt praktisch die gesamte gängige PC-Hardware: die Bussysteme ISA, VLB, EISA und PCI; die meisten (E)IDE- und SCSI-Festplatten-Controller und die daran angeschlossenen Festplatten, CD-ROM-Laufwerke und Streamer; die meisten Netzwerkkarten, Mäuse etc. Mehr Informationen zu diesem Thema folgen im nächsten Abschnitt.
- Linux unterstützt nicht nur Intel-Prozessoren (inklusive aller dazu kompatiblen Prozessoren, beispielsweise die von AMD), sondern auch Prozessoren von DEC, Sun, Motorola etc. Deswegen läuft Linux auch auf manchen DEC- und Sun-Workstations, Apple-Rechnern etc. Zunehmend populär wird Linux auch auf so genannten *embedded systems*, also Geräten, die keine PC im herkömmlichen Sinn sind. Am verbreitetsten ist Linux zurzeit aber sicherlich in der Variante für PCs mit Intel-kompatiblen Prozessoren.
- Linux verwendet ein eigenes Dateisystem (normalerweise `ext2`). Dateinamen dürfen bis zu 255 Zeichen lang sein, Dateisysteme bis zu 4 TByte groß werden. Das `ext2`-Dateisystem ist mit einer Menge von Sicherheitsmerkmalen ausgestattet und gilt als außerordentlich stabil.

Dennoch bieten manche Linux-Distributionen als Alternative zu `ext2` auch das *reiser*-Dateisystem an. Im Gegensatz zu `ext2` bietet es so genannte *journaling*-Funktionen. Das bedeutet, dass das Dateisystem nach einem unvorhergesehenen Rechnerabsturz (etwa nach einem Stromausfall) sehr viel rascher wieder verwendet werden kann.

- Unter Linux kann auf viele fremde Dateisysteme zugegriffen werden: DOS, Windows 9x, NTFS (nur Lesezugriff), OS/2, Minix, NFS (über das Netz verfügbare Dateisysteme) etc.
- Unter Linux steht eine ganze Palette von Netzwerkprotokollen zur Verfügung (TCP/IP inklusive IPnG, PPP, SLIP etc.).

Wenn Sie Linux mit einer grafischen Benutzeroberfläche (X Window System mit KDE oder Gnome) nutzen möchten, sollten Sie zumindest 64 MByte RAM besitzen. Ein flüssiges Arbeiten ist möglich, wenn Sie einen Intel-kompatiblen Prozessor ab ca. 300 MHz besitzen (mehr RAM und eine höhere Taktfrequenz steigern den Arbeitskomfort). Weiters benötigen Sie zur Installation einer marktüblichen Distribution ca. zwei bis drei GByte Platz auf Ihrer Festplatte.

Linux ist bei Bedarf aber auch viel sparsamer: Die Minimalanforderungen zum stabilen Ausführen von Linux mit Kernel 2.0 im Textmodus betragen etwa 4 MByte RAM, ab Version 2.2 etwa 5 MByte RAM. Besser sind aber mindestens 8 MByte, d. h. das System läuft dann erheblich schneller. Bei Wahl einer geeigneten Distribution reicht eine Festplatte mit 100 MByte vollkommen aus. Es gibt sogar Mini-Linux-Distributionen für ganz bestimmte Anwendungen (etwa als Netzwerk-Router), die auf einer einzigen Diskette Platz finden und gar keine Festplatte benötigen!

Vielleicht schütteln Sie jetzt mit dem Kopf – immerhin gehören 128 bis 256 MByte RAM inzwischen zur Standardausrüstung selbst billiger PCs. Aber Linux eignet sich eben auch dazu, aus einem alten 486er PC noch schnell einen Firewall oder ADSL-Router zu bauen. Da ist es angenehm zu wissen, dass sich Linux auch mit alter Hardware begnügt.

Hardware-Unterstützung

Linux unterstützt beinahe die gesamte gängige PC-Hardware. Probleme bereiten am ehesten sehr neue Hardware-Komponenten (z. B. Grafikkarten), zu denen es unter Linux bzw. XFree86 noch keine Treiber gibt. (Die Organisation XFree86 steht hinter den hervorragenden freien Treibern für das X Window System unter Linux.)

Problematisch ist die Unterstützung relativ neuer oder exotischer Hardware. Zwar unterstützt Linux PCMCIA, USB, Firewire etc., um einige Stichworte zu nennen. Dennoch gibt es bei manchen Notebooks sowie bei einigen USB- und Firewire-Komponenten noch Probleme. Manchmal unterstützt Linux diese Komponenten zwar, aber die Inbetriebnahme erfordert eine manuelle Konfiguration und relativ hohes Spezialwissen. Eine häufige Problemquelle sind Scanner: Linux kommt bei weitem nicht mit allen gängigen Modellen zurecht.

Vereinzelt (aber immer seltener) scheitern neue Gerätetreiber für Linux daran, dass die jeweiligen Firmen nicht zur Kooperation bereit sind, keine Unterlagen zur Verfügung stellen oder deren Verwendung in freiem Code verbieten.

Wenig Hoffnung gibt es für Besitzer so genannter GDI-Drucker und anderer Hardware-Komponenten, die ausschließlich zur Verwendung unter Microsoft Windows konzipiert sind. Dazu zählen auch die meisten der so genannten WinModems, die in Notebooks sehr

populär sind. Hier werden die Modemfunktionen nicht in Form standardisierter Hardware, sondern durch Software gebildet. Diese Software ist aber zumeist nur unter Windows verfügbar. (Gewöhnliche Modems bzw. Drucker bereiten keine Schwierigkeiten!)

Allgemeine Informationen zur aktuell unterstützten Hardware finden Sie in den diversen Hardware-HOWTO (siehe auch Seite 137). Achten Sie beim Lesen auch auf das Datum der letzten Änderung – leider sind nicht alle HOWTO-Dokumente aktuell.

Für Detailinformationen speziell zu Grafikkarten bzw. zu Laptops empfiehlt sich ein Blick auf die Website von XFree86 bzw. auf die Linux-Notebook-Seite. Außerdem verwalten einige Distributionen eigene Hardware-Kompatibilitätslisten.

Überblick: <http://www.linuxdoc.org/HOWTO/HOWTO-INDEX/hardware.html>
Grafikkarten: <http://www.XFree86.org>
Drucker: <http://www.linuxprinting.org>
Scanner: <http://www.mostang.com/sane/>
WinModems: <http://linmodems.org>
USB: <http://www.linux-usb.org>
Firewire: <http://linux1394.sourceforge.net>
Notebooks 1: <http://www.linux-laptop.net>
Notebooks 2: <http://www.linux-notebook.org>
SuSE: <http://cdb.suse.de>
Red Hat: <http://www.redhat.com/support/hardware>

TIPP

Sie finden diese Links – gegebenenfalls in aktualisierter Form – auch auf meiner Homepage: www.kofler.cc. Generell sollten Sie vor dem Kauf eines neuen Rechners bzw. einer Hardware-Erweiterung sicherstellen, dass alle Komponenten von Linux unterstützt werden. Sie ersparen sich damit viel Ärger!

X Window System, KDE, Gnome

Linux läuft nach dem Booten vorerst im Textmodus, wobei zwischen mehreren Textkonsolen gewechselt werden kann. (In der Regel stehen sechs Konsolen zur Verfügung, die mit **(Alt)+(F1)** bis **(Alt)+(F6)** erreicht werden.) Bemerkenswert ist, dass Linux vollständig in diesem Textmodus bedient werden kann. Das erscheint zwar im Zeitalter grafischer Benutzeroberflächen steinzeitlich, ist aber für manche Anwendungen (etwa als Netzwerk-Server) ausreichend und erleichtert die Administration sehr.

Wenn Linux nicht als Server, sondern als Desktop-System verwendet wird, bietet das X Window System in Kombination mit KDE oder Gnome eine Benutzeroberfläche in der Art, wie Sie sie von Microsoft Windows oder Apple kennen.

Elementare Verwaltungswerkzeuge

Die Eingabe von Kommandos erfolgt in einer so genannten **Shell** bzw. unter X/KDE/Gnome in einem Konsolenfenster mit einer Shell. Eine Shell ist so etwas Ähnliches wie der DOS-Kommandointerpreter, nur viel leistungsfähiger. Unter Linux stehen mehrere Shells zur Auswahl. Am populärsten ist die `bash` (Bourne Again Shell). Wer damit nicht zufrieden ist, kann sich vielleicht mit der `tcsh` anfreunden (kompatibel zur C-Shell).

Zur Dateiverwaltung und Systemadministration steht eine große Anzahl von **Kommandos** zur Verfügung, etwa `ls` (entspricht `DIR` unter DOS), `cp` (entspricht `COPY`) etc. Zur Dateiverwaltung gibt es außerdem eine reiche Auswahl von Filemanagern, die entweder im Textmodus laufen (etwa `mc`, weitgehend kompatibel zum Norton Commander) oder sogar X unterstützen.

Bei **Editoren** reicht die Palette von einfachen Editoren (etwa `kedit`, `gedit`, `joe`) über den schwer zu bedienenden, aber dafür auf fast allen Unix-Systemen verfügbaren `vi` bis hin zu riesigen Editoren wie dem Emacs. Dieses Programm wird manchmal ironisch schon als eigenes Betriebssystem bezeichnet, weil es derart viele Funktionen enthält: Sie können den Emacs zum Lesen und Schreiben von E-Mails und News-Beiträgen, zum Debuggen von C-Programmen etc. verwenden. Die Bezeichnung Editor trifft also nicht mehr richtig zu.

Programmierung

Unter Linux gibt es eine umfangreiche Palette von Programmiersprachen: An erster Stelle ist hier der GNU C- und C++-Compiler zu nennen, zu dem eine ganze Reihe von Utilities zur Verfügung stehen (von `make` über das Versionskontrollsystem `rcs` bis zum Debugger `gdb`). Bibliotheken und Toolkits ermöglichen es, C-Programme mit grafischer Benutzeroberfläche (etwa `qt`, `gtk`) oder mit 3D-Grafik mit OpenGL (`mesa`) zu erstellen. Daneben gibt es viele weitere Programmiersprachen, etwa Java, Lisp, Oberon, Perl, PHP, Python, Scheme, SmallTalk und Tcl/Tk. Auch die verfügbaren Shells (z. B. `bash`, C-Shell) sind programmierbar.

Netzwerk-Software

Linux unterstützt beinahe alle gängigen Netzwerkprotokolle, unter anderem TCP/IP, SMB und PPP. Es ermöglicht den Aufbau von komplexen lokalen Netzen. Für die Verbindung zum Internet stehen für alle Dienste (z. B. Telnet, E-Mail, News, FTP, WWW) Client- und Server-Programme zur Verfügung.

Sie können unter Linux also nicht nur Internet-Dienste nutzen, sondern auch selbst einen Netzwerk-Server einrichten. Samba ermöglicht die Verwaltung von Netzen, auf die Windows-PCs als Clients zugreifen können (Zugriff auf Dateien, Drucker etc.). Mit Apache steht der weltweit beliebteste Webserver kostenlos zur Verfügung.

Internet Service Provider setzen Linux und Apache oft in Kombination mit einem Datenbank-Server (z. B. MySQL oder PostgreSQL) und den Programmiersprachen PHP

oder Perl ein, um dynamische Websites zu realisieren. Derartige Systeme werden oft mit dem Kürzel LAMP bezeichnet (LAMP = Linux + Apache + MySQL + PHP/Perl).

Büroanwendungen

Die Anwendung von Computern im Büro wird unweigerlich mit Microsoft Office verbunden. In diesem Punkt kann Linux nicht mithalten: Das Microsoft Office-Paket ist für Linux nicht erhältlich (und wird es vermutlich auch in näherer Zukunft nicht sein – aber wer weiß?).

Aber auch ohne Microsoft Office kann Linux eine ganze Reihe von Programmen anbieten, die den üblichen Büroalltag abdecken: diverse (zu MS Office mehr oder weniger kompatible) Office-Pakete, Bildverarbeitungsprogramme, Web-Browser, Mail-Clients und Groupware. Die folgende Liste zählt die für Linux verfügbaren Office-Pakete auf:

Applixware Office (kommerziell): <http://www.vistasource.com>

Gnome Office (GPL): <http://www.gnome.org/gnome-office>

Hancom Office (kommerziell): <http://www.hancom.com/en>

KOffice (KDE, GPL): <http://koffice.kde.org>

OpenOffice (GPL): <http://openoffice.org>

SIAG Office (GPL): <http://siag.nu>

Sun StarOffice 5.2 (kostenlos, aber nicht GPL): <http://www.sun.com/staroffice>

Wordperfect Office (Corel, kommerziell): <http://linux.corel.com>

Leider sind bei weitem nicht alle diese Office-Pakete bereits praxistauglich. Die beste Alternative zu MS Office stellt momentan (noch immer) StarOffice 5.2 dar: Das Programm ist kostenlos erhältlich und läuft recht stabil. Am Nachfolger OpenOffice wird intensiv gearbeitet, eine erste Beta-Version wurde für Oktober 2001 versprochen. Einen recht guten Eindruck hinterlässt auch KOffice 1.1. Allerdings bereitet das Paket häufig Probleme beim Import und Export von MS-Office-Dokumenten; zudem bietet es deutlich weniger Funktionen.

Insgesamt ist Linux also nur mit Einschränkungen bürotauglich. Ein entsprechend konfiguriertes Linux-System ist zwar mittlerweile ebenso einfach zu bedienen wie ein MS-Windows- oder Apple-Rechner, aber die Verfügbarkeit, Stabilität und Kompatibilität der Office-Komponenten lässt noch zu wünschen übrig.

Ein alternativer Lösungsansatz besteht darin, Windows direkt unter Linux auszuführen. Zu diesem Zweck gibt es kommerzielle Programme (z. B. Win4Lin und VMware). Damit können Sie in einem Linux-Fenster Windows starten und alle dort verfügbaren Programme ausführen. VMware und Win4Lin sind allerdings teuer, ihre Installation und Konfiguration ist relativ aufwändig, und die Hardware-Anforderungen (insbesondere RAM) sind beträchtlich. Der Vorteil: Linux- und Windows-Programme können damit uneingeschränkt und transparent auf einem einzigen Rechner parallel verwendet werden.

Wissenschaft und Forschung

Schon besser sieht es beim Einsatz von Linux in Wissenschaft und Forschung aus. Es gibt eine große Auswahl freier wie kommerzieller Anwendungen (Mathematik, Statistik, Computer-Algebra-Systeme etc.). Darüber hinaus stehen mit \LaTeX und \LyX zwei exzellente Satzprogramme zur Verfügung, die ideal zur Erstellung wissenschaftlicher Arbeiten geeignet sind.

Multimedia und Spiele

Problematisch ist der Einsatz von Linux für Multimedia-Anwendungen. Während herkömmlicher Sound und 3D-Grafik (Open GL) mittlerweile gut unterstützt werden, fehlt es oft an funktionsfähigen Treibern für die hochspezifische Spezial-Hardware (z. B. Soundkarten mit Raumklang). Wenn überhaupt, dann gelingt der Betrieb derartiger Geräte nur nach einer meist mühsamen manuellen Konfiguration. (Bei populären Geräten bessert sich diese Situation erfahrungsgemäß bald. Bei sehr neuen Produkten ist aber auf jeden Fall Vorsicht geboten.)

Auch verspielte Naturen werden mit Linux wahrscheinlich nicht glücklich werden: Zwar gibt es mittlerweile eine Reihe hochwertiger Spiele, aber das Angebot ist erheblich geringer als für Windows-9x-Rechner.

Emulatoren

Unter Linux steht ein DOS-Emulator zur Verfügung, der die Ausführung vieler DOS-Programme ermöglicht. Das Projekt Wine versucht, auch die Ausführung von Windows-Programmen zu ermöglichen; dieses Projekt ist allerdings noch in der Entwicklung. Primär an verspielte Naturen richten sich Emulatoren für den Atari ST, den Commodore 64, den Commodore Amiga, den Sinclair ZX Spectrum etc.

Im Office-Abschnitt oben wurden bereits die kommerziellen Produkte VMware und Win4Lin erwähnt: Mit beiden Programmen können Sie unter Linux nicht nur einzelne Windows-Programme, sondern gleich das ganze Betriebssystem ausführen.

Dokumentation

Die Online-Dokumentation zu Linux ist fast unüberschaubar groß. Wo Sie die Texte finden und wie Sie sie ansehen können, ist in Kapitel 4 ab Seite 129 beschrieben.

Kommerzielle Anwendungen

Fast alles, was ich hier bisher beschrieben habe, ist im Sinne verschiedener Open-Source-Lizenzen (siehe den Abschnitt auf Seite 58) kostenlos verfügbar. Daneben besteht ein riesiges Angebot kommerzieller Anwendungen. Zu den bekanntesten Vertretern zählen beispielsweise Applixware Office, Corel Office (inklusive Word Perfect), IBM DB/2, Maple, Mathematica, Oracle-Datenbanksysteme und VMware.

1.3 Distributionen

Als Linux-Distribution wird eine Einheit bezeichnet, die aus dem eigentlichen Betriebssystem (Kernel) und seinen Zusatzprogrammen besteht. Eine Distribution ermöglicht eine einigermaßen rasche und bequeme Installation von Linux. Alle Distributionen werden in Form von CD-ROMs verkauft. Die meisten Distributionen sind darüber hinaus auch im Internet verfügbar. Wegen der riesigen Datenmengen (Hunderte von MByte bis hin zu GBytes) ist das Kopieren einer Distribution via Internet oder eine direkte Installation über das Netz aber zumeist nur in Universitäten bzw. Firmen mit direkter Internet-Anbindung möglich.

Die Distributionen unterscheiden sich vor allem durch folgende Punkte voneinander:

- **Umfang, Aktualität:** Die Anzahl, Auswahl und Aktualität der mitgelieferten Programme und Bibliotheken unterscheidet sich von Distribution zu Distribution. Manche Distributionen überbieten sich in der Anzahl der mitgelieferten CDs. Um den Anwendern bei der Installation bzw. bei späteren Updates ein ständiges CD-Wechseln zu ersparen, werden manche Distributionen auch als DVD ausgeliefert. (Vorreiter war hier SuSE.)
- **Installations- und Konfigurationswerkzeuge:** Die mitgelieferten Programme zur Installation, Konfiguration und Wartung des Systems helfen dabei, Hunderte von Konfigurationsdateien des Systems auf einfache Weise richtig einzustellen. Funktionierende Installations- und Konfigurationstools stellen eine enorme Zeitersparnis dar.
- **Konfiguration des Desktop (KDE, Gnome):** Manche Distributionen lassen dem Anwender die Wahl zwischen KDE, Gnome und eventuell auch verschiedenen Window Managern. Andere legen den Anwender auf eines dieser Systeme fest. Es gibt aber auch Unterschiede in der Detailkonfiguration von KDE oder Gnome – z. B. inwieweit deren Startmenüs mit den tatsächlich installierten Programmen übereinstimmen.
- **Hardware-Erkennung und -Konfiguration:** Linux kommt zwar nicht mit allen PC-Hardware-Komponenten zurecht, aber doch mit ziemlich vielen. Angenehm ist natürlich, wenn die Distribution Ihre Hardware automatisch erkennt und damit umgehen kann. Gelingt dies nicht, ist oft eine mühsame Konfiguration in Handarbeit erforderlich, die Linux-Einsteiger meist überfordert.
- **Landesspezifische Anpassung:** Manche Distributionen vermitteln noch immer den Eindruck, Englisch sei die einzige Sprache dieser Welt. Andere Distributionen sind speziell für den Einsatz in nicht englischsprachigen Ländern vorbereitet. Das betrifft nicht nur das Tastaturlayout, sondern auch die verfügbaren Zeichensätze, die Sprache der Online-Dokumentation etc.
- **Paketsystem:** Die Verwaltung von Linux-Anwendungsprogrammen erfolgt durch Pakete (Packages). Das Paketsystem hat Einfluss darauf, wie einfach die Nachinstallation zusätzlicher Programme bzw. das Update vorhandener Programme ist. Zur Zeit sind drei zueinander inkompatible Paketsysteme üblich, RPM (unter anderem Caldera, Mandrake, Red Hat, SuSE, TurboLinux), DEB (Debian, Corel, Progeny, Storm Linux) und TGZ (Slackware).

- **Wartung, Sicherheits-Updates:** Linux ist ein sich dynamisch veränderndes System. Oft gibt es nach der Fertigstellung einer Distribution noch wichtige Neuerungen; immer wieder werden Sicherheitsmängel in diversen mitgelieferten Programmen entdeckt. Eine gute Distribution zeichnet sich dadurch aus, dass sie (insbesondere bei Sicherheitsproblemen) sehr rasch Updates im Internet zur Verfügung stellt. (Manche Distributionen versuchen mittlerweile, einerseits den Vorgang von Sicherheits-Updates weitestgehend zu automatisieren und daraus andererseits einen kostenpflichtigen Zusatzservice zu machen. Wie weit sich diese Idee durchsetzen wird, ist momentan noch nicht abzusehen.)
- **Live-System:** Einige wenige Distributionen ermöglichen den Betrieb von Linux direkt von einer CD-ROM. Das ist zwar langsam und unflexibel, ermöglicht aber ein vergleichsweise einfaches Ausprobieren von Linux. Zudem stellt eine Live-CD eine ideale Möglichkeit dar, ein auf der Festplatte vorhandenes, aber defektes Linux-System zu reparieren.
- **Windows-Installation:** Einige Distributionen ermöglichen die Installation von Linux in ein Verzeichnis bzw. in eine große Datei einer Windows-9x/SE/ME-Partition. Das ist langsam und hat zahllose andere Nachteile, erspart aber die Partitionierung der Festplatte. Wie beim Live-System ist auch diese Variante vor allem zum Ausprobieren interessant.
- **Hardware-Unterstützung:** Alle Distributionen für Intel-kompatible Prozessoren laufen auf jedem Standard-PC. Wenn Sie spezielle Hardware verwenden (Multi-CPU-Mainboards, RAID-Festplattensysteme, Notebooks etc.), hängt es aber stark von der Distribution ab, wie gut derartige Hardware von den Installations- und Konfigurations-Tools unterstützt wird. Hier sind große, weit verbreitete Distributionen zumeist im Vorteil.
- **Zielpattform (CPU-Architektur):** Viele Distributionen sind nur für Intel-kompatible Prozessoren erhältlich. Es gibt aber auch Distributionen für andere Rechnerplattformen, z. B. DEC Alpha, SUN Sparc, PowerPC (Macintosh).
- **Dokumentation:** Manche Distributionen werden mit Handbüchern (in elektronischer oder in gedruckter Form) ausgeliefert.
- **Support:** Bei manchen Distributionen bekommen Sie kostenlos Hilfe bei der Installation (via E-Mail und/oder per Telefon). Das Ausmaß des gebotenen Supports schlägt sich meist sehr direkt auf den Preis nieder.
- **Mitgelieferte kommerzielle Software:** Bei manchen Distributionen werden nicht nur die frei verfügbaren Linux-Pakete mitgeliefert, sondern auch lizenzpflichtige Programme. Auch dies erhöht den Preis der Distribution.
- **Lizenz:** Die meisten Distributionen sind uneingeschränkt kostenlos über das Internet erhältlich. Bei einigen Distributionen gibt es hier aber Einschränkungen. Beispielsweise stellen nicht alle Distributionen so genannte ISO-Images zur Verfügung, mit denen sich Anwender leicht selbst eine Installations-CD brennen können (also ohne die Distribution zu kaufen).

Manche Distributionen erlauben zwar die kostenlose Weitergabe, nicht aber den Weiterverkauf von CDs. (Da Linux und die meisten mitgelieferten Programme an sich frei

erhältlich sind – siehe den Lizenzabschnitt ab Seite 56 – beschränkt sich das Verkaufsverbot meist auf die Installations- oder Konfigurationssoftware; bei SuSE gilt dies beispielsweise für das Programm YaST.)

Weitergabe-Einschränkungen gibt es auch, wenn mit der Distribution kommerzielle Software mitgeliefert wird. Am restriktivsten ist zurzeit Caldera: Dessen Linux-Distributionen dürfen nur auf einen einzigen Rechner installiert werden, was in der Linux-Welt vollkommen unüblich ist.

Die Behauptung, Linux sei frei, steht scheinbar im krassen Widerspruch zu dem Preis, der für die meisten besseren Distributionen verlangt wird (oft 50 Euro und mehr). Der Grund ist aber leicht verständlich: Obwohl Linux und die meisten Anwendungsprogramme tatsächlich kostenlos über das Internet bezogen werden können, erfordert die Zusammenstellung einer aktuellen Distribution eine Menge Zeit und Know-how. Ein gutes Installationsprogramm allein (das auch programmiert und gewartet werden muss) ist den Preis einer Distribution oft schon wert! Es kann vor allem Linux- bzw. Unix-Neulingen eine Menge Zeit bei der Installation und Konfiguration ersparen.

Auch die Produktion von einer oder mehreren CDs, oft begleitet von einem Handbuch, kostet Geld. Nicht zu vernachlässigen ist schließlich das Angebot eines persönlichen Supports bei Installationsproblemen. Teuer wird eine Distribution auch dann, wenn kommerzielle Software mitgeliefert wird.

Die Frage, welche Distribution die beste sei, welche wem zu empfehlen sei etc., artet leicht zu einem Glaubenskrieg aus. Wer sich einmal für eine Distribution entschieden und sich an deren Eigenheiten gewöhnt hat, steigt nicht so schnell auf eine andere Distribution um. Ein Wechsel der Distribution ist nur durch eine Neuinstallation möglich, bereitet also einige Mühe.

Kriterien für die Auswahl einer Distribution sind die Aktualität ihrer Komponenten (achten Sie auf die Versionsnummer des Kernels und wichtiger Programme, etwa des C-Compilers), die Qualität der Installations- und Konfigurationstools, der angebotene Support, mitgelieferte Handbücher etc.

Grundsätzlich sind alle Distributionen international verwendbar (elementare Englischkenntnisse vorausgesetzt). Einige Distributionen zeichnen sich allerdings durch besondere Berücksichtigung landessprachlicher Besonderheiten aus und ersparen dem Anwender damit eine Menge Konfigurationsarbeit und Ärger. Auch der Wert eines deutschsprachigen Handbuchs ist nicht zu unterschätzen.

Dass die meisten Linux-Distributionen wirklich uneingeschränkt frei verfügbar sind, erkennen Sie unter anderem daran, dass es von vielen kommerziellen Distributionen Billig-CDs mit so genannten **FTP-Versionen**, GPL-Versionen oder Download-Versionen gibt (in Deutschland z. B. bei www.liniso.de). Der Name dieser Versionen ergibt sich daraus, dass es sich um jene Dateien handelt, die kostenlos im Internet (meist auf einem FTP-Server) verfügbar sind. Diesen Versionen fehlen alle kommerziellen Komponenten, die von der jeweiligen Distribution lizenziert wurden. Außerdem gibt es keine Dokumentation und keinen Support.

Lassen Sie sich aber vom günstigen Preis der FTP-Versionen nicht blenden: Gerade für Einsteiger ist ein gutes Handbuch oder die Möglichkeit, während der ersten Monate eine Support-Abteilung kontaktieren zu können, sehr wertvoll.

HINWEIS

So belebend die Konkurrenz vieler Distributionen für deren Weiterentwicklung ist, so lästig ist sie bei der Installation von Programmen, die nicht mit der Distribution mitgeliefert werden (und insbesondere bei kommerziellen Programmen). Eine fehlende oder veraltete Programmbibliothek ist oft die Ursache dafür, dass ein Programm nicht läuft. Die Problembeseitigung ist insbesondere für Linux-Einsteiger fast unmöglich. Manche Firmen gehen inzwischen so weit, dass sie Support zu ihren Produkten nur bei der Benutzung einer ganz bestimmten Distribution leisten. (Natürlich entscheidet sich jede Firma für eine andere Distribution ...)

Um diese Probleme zu beseitigen, wurde vor einigen Jahren das Linux-Standard-Base-Projekt (LSB) ins Leben gerufen. Im Juli 2001 haben die Projektteilnehmer die LSB-Spezifikation 1.0 veröffentlicht. Es handelt sich dabei um Regeln, die alle LSB-konformen Distributionen einhalten müssen. Wie weit das in Zukunft tatsächlich der Fall sein wird, bleibt abzuwarten. Aber auf jeden Fall ist LSB 1.0 ein erster Schritt, um zumindestens zu einem kleinen gemeinsamen Nenner für alle Linux-Distributionen zu gelangen.

<http://www.linuxbase.org>

Einige gängige Linux-Distributionen

Der folgende Überblick über die wichtigsten verfügbaren Distributionen (in alphabetischer Reihenfolge und ohne Anspruch auf Vollständigkeit!) soll eine erste Orientierungshilfe geben.

Caldera: Caldera Open Linux war eine der ersten Linux-Distributionen, die sich explizit an kommerzielle Anwender wandte. (Mittlerweile erheben fast alle Konkurrenten ebenfalls diesen Anspruch.)

Corel: Corel Linux wurde 1999 sehr medienwirksam eingeführt und sollte eine sehr einfache und benutzerfreundliche Distribution werden. Obwohl dies ansatzweise sehr gut gelang, bleibt Corel Linux der Erfolg verwehrt. Im September 2001 verkaufte Corel seine Linux-Abteilung an die Firma Xandros.

Debian: Während hinter den meisten hier genannten Distributionen Firmen stehen, die mit ihren Distributionen Geld verdienen möchten, stellt Debian in dieser Beziehung eine Ausnahme dar: Die Distribution wird von engagierten Linux-Anwendern zusammengestellt, die größten Wert auf Stabilität und die Einhaltung der Spielregeln 'freier' Software legen. Manche Ideen dieser Distribution – etwa die professionelle Paketverwaltung – waren für andere Distributionen richtungsweisend und sind diesen in manchen Aspekten noch immer voraus. (Versuchen Sie einmal, Ihre Distribution zu aktualisieren, ohne den Rechner neu zu starten!) Debian ist im Laufe der letzten Jahre zwar zunehmend benutzerfreundlich geworden, für Linux-Einsteiger ist diese Distribution aber wegen des schwer

zu bedienenden Paketverwaltungsprogramms `dselect` nach wie vor ungeeignet (siehe aber Progeny!).

Mandrake: Mandrake Linux ist gewissermaßen eine benutzerfreundliche Variante zu Red Hat Linux. Die Distribution ist von Red Hat abgeleitet und insofern weitgehend kompatibel, als die meisten Software-Pakete untereinander austauschbar sind. Mandrake Linux zeichnet sich aber durch eigenständige und einfacher zu bedienende Installations- und Konfigurationsprogramme aus. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit Mandrake Linux in der Regel mehr und aktuellere Software-Pakete mitgeliefert werden (manchmal auf Kosten der Stabilität). Hinter Mandrake steht die Firma MandrakeSoft mit Firmensitz in Frankreich.

Progeny Debian: Wie der Name bereits andeutet, ist diese Distribution von Debian abgeleitet. Progeny Debian ist eine sehr neue Distribution (die erste Version wurde 2001 ausgeliefert) und unterscheidet sich von Debian vor allem durch komfortablere Installations- und Konfigurationswerkzeuge.

Red Hat: Die Red-Hat-Distribution ist eine der am besten gewarteten Linux-Distributionen, die zurzeit erhältlich sind. Die Distribution dominiert insbesondere den amerikanischen Markt. Die Paketverwaltung auf der Basis des `rpm`-Formats (einer Eigenentwicklung von Red Hat) wurde mittlerweile von vielen anderen Distributionen übernommen. Neben der Red-Hat-Originaldistribution gibt es eine ganze Reihe davon abgeleiteter Distributionen, die sich durch diverse Verbesserungen oder Sprachanpassungen (z. B. eine spanische Version) auszeichnen.

Red Hat Linux ist insbesondere für Server-Anwendungen sehr beliebt, weil Sicherheits-Updates oft rascher verfügbar sind als bei anderen Distributionen. Auch legt die Firma Red Hat bei der Auswahl von Software-Paketen und -Versionen ein größeres Augenmerk auf Stabilität (anstatt einfach die aktuellste verfügbare Version mitzuliefern). Im Vergleich zu anderen Distributionen sind die Konfigurationshilfen allerdings unübersichtlich organisiert und zum Teil schwierig zu bedienen. Red Hat ist also nicht unbedingt die optimale Distribution für Linux-Einsteiger.

Slackware: Die Slackware war eine der ersten verfügbaren Linux-Distributionen. Bezüglich Wartung und Installationskomfort kann sie allerdings nicht mehr mit den anderen hier genannten Distributionen mithalten. Viele Slackware-Anwender bevorzugen ihre Distribution aber gerade deswegen, weil das Augenmerk eher auf Kontinuität und Stabilität denn auf schöne Installations- und Konfigurations-Tools gelegt wird.

Storm Linux: Diese Distribution ist von Debian abgeleitet, bietet aber attraktivere Installations- und Konfigurationstools als diese.

SuSE: SuSE-Linux ist dank der hohen Aktualität, der riesigen Anzahl vorkonfigurierter Pakete, der umfassenden Handbücher und der hervorragenden Wartung die in Europa am weitesten verbreitete Distribution. SuSE-Linux ist in zahlreichen Sprachen (deutsch, englisch etc.) erhältlich.

SuSE ist eine sehr benutzerfreundliche Distribution. Das Administrationstool YaST hilft nicht nur bei vielen Konfigurationsproblemen, es löst auch ähnlich wie Debian automa-

tisch Abhängigkeitskonflikte, die bei der Paketinstallation auftreten können. YaST untersteht allerdings nicht der GPL. Aus diesem Grund darf SuSE-Linux zwar im Freundeskreis frei kopiert werden, es ist aber nicht zulässig, SuSE-CDs billig zu verkaufen (wie dies bei vielen anderen Distributionen üblich ist).

Zu den größten Nachteilen von SuSE zählt das eigene Konfigurationskonzept (Datei `/etc/rc.config`), das inkompatibel zu allen anderen Distributionen ist und vor allem Server-Administratoren stört. (Die Abkürzung SuSE steht übrigens für *Gesellschaft für Software und Systementwicklung*.)

TurboLinux: Diese von der Firma Pacific HighTech (PHT) zusammengestellte Distribution wurde speziell für die Verwendung in Asien optimiert und ist dort (nach eigenen Angaben) Marktführer. Die Distribution ist aber auch in einer englischen Version erhältlich.

Minimal-Distributionen: Neben diesen großen Distributionen gibt es im Internet einige Zusammenstellungen von Miniatursystemen (bis hin zum kompletten Linux-System auf einer einzigen Diskette!). Diese Distributionen basieren zumeist auf alten (und daher kleineren) Kernel-Versionen. Sie sind vor allem für Spezialaufgaben konzipiert, etwa für Wartungsarbeiten (Emergency-System) oder um ein Linux-System ohne eigentliche Installation verwenden zu können (direkt von einer oder mehreren Disketten). Das ist praktisch, wenn Sie Linux vorübergehend auf einem fremden Rechner nutzen möchten, dessen Festplatte Sie nicht neu partitionieren wollen oder dürfen.

Ein gutes Beispiel für eine Linux-Distribution diesen Typs ist das Linux-Router-Projekt www.linuxrouter.org. Auf einer einzigen Diskette sind alle Programme vorhanden, um einen alten 486er PC in einen Router für ein kleines Netzwerk umzuwandeln.

Tipp

Einen ziemlich guten Überblick über die momentan verfügbaren Linux-Distributionen (egal ob kommerziellen oder anderen Ursprungs) finden Sie im Internet auf den folgenden Seiten:

<http://www.linuxhq.com/dist-index.html>

<http://www.lwn.net>

Die Qual der Wahl

Zum Abschluss der Arbeit an dieser Neuauflage und nach der Installation vieler Linux-Distributionen bleibt (wie bereits bei allen vorangegangenen Auflagen) der wohl unerfüllbare Traum, die Vorteile aller Distributionen vereinen zu können, ohne ihre jeweiligen Nachteile in Kauf nehmen zu müssen!

Es ist schwierig, hier eine Empfehlung abzugeben. Gerade für Linux-Einsteiger ist es aber zumeist ein Vorteil, sich vorerst für eine der weit verbreiteten Distributionen wie SuSE oder Red Hat zu entscheiden, weil sowohl im Internet als auch im Buch- und Zeitschriftenhandel hierzu die meisten Informationen verfügbar sind. Bei Problemen ist es vergleichsweise leichter, Hilfe zu finden. Zudem sind seit langem erprobte Distributionen meist die bessere Wahl, wenn es um Installations- oder Konfigurationshilfen bei un-

gewöhnlicher oder unüblicher Hardware geht. Schließlich ist es bei weit verbreiteten Distributionen viel einfacher, zur Distribution kompatible Ergänzungs- oder Update-Pakete zu finden.

1.4 Wie stabil ist Linux?

Als Linux begann, populär zu werden, begann Microsoft Windows 95 gerade seinen Siegeszug. Die Aussage, dass Linux viel stabiler als Windows sei, war damals also leicht zu untermauern. Mittlerweile hat Microsoft mit Windows NT 4 und Windows 2000 zwei durchaus respektable und stabile Windows-Versionen zustande gebracht (auch wenn die breite Masse der Windows-Anwender weiterhin mit Windows 9x, SE oder ME arbeitet). In jedem Fall erfordern Aussagen zur Stabilität von Linux jetzt eine stärkere Differenzierung.

Die wesentliche Frage reduziert sich dabei auf das Thema dieses Kapitels: Was ist Linux? Wenn Sie mit der Stabilität von Linux die Stabilität des Kernels meinen, dann kann ich mit ruhigem Gewissen versichern: Linux ist außerordentlich stabil. Ich arbeite nun schon seit vielen Jahren mit Linux, aber einen richtigen Absturz des gesamten Betriebssystems habe ich nur sehr selten erlebt (und meist war defekte oder falsch konfigurierte Hardware daran schuld). Anwender, die Linux als Netzwerk- oder Internet-Server verwenden, sprechen oft von so genannten *uptimes* von zahlreichen Monaten, manchmal von über einem Jahr. Das bedeutet, dass das System über ein Jahr ohne Unterbrechung läuft und klaglos seinen Dienst versieht! An der Stabilität des Betriebssystems an sich gibt es also eigentlich keinen Zweifel.

Wenn Sie mit Linux aber das Gesamtsystem der mitgelieferten Software meinen (also eine ganze Distribution, inklusive X Window System, KDE oder Gnome etc.), dann sieht es mit der Stabilität gleich erheblich schlechter aus. Große Teile dieses Buchs habe ich beispielsweise unter SuSE 7.2 (KDE 2.1) geschrieben. Abstürze oder 'Hänger' des KDE-Webrowsers Konquerer waren da an der Tagesordnung. Im Vergleich dazu lief der Internet Explorer 5 unter Windows 2000 viel stabiler. (Ein Absturz des Konquerer ist übrigens kein Malheur: Das Programm muss eben neu gestartet werden. Die anderen laufenden Programme werden dadurch nicht in Mitleidenschaft gezogen.)

Selten aber doch ist es mir auch passiert, dass X bzw. der Window Manager nicht mehr auf Tastatureingaben bzw. die Maus reagiert hat. In solchen Fällen muss X gewaltsam beendet werden, wobei auch alle unter X laufenden Programme in Mitleidenschaft gezogen werden. Dass die System- und Netzwerkdienste auch in diesem Fall klaglos weiterlaufen, ist da nur noch ein schwacher Trost. Erschwerend kommt hinzu, dass die Beendigung von X womöglich nur dann gelingt, wenn der Rechner in einem Netzwerk läuft (sodass über *telnet* ein Login möglich ist).

Mit anderen Worten: Auch wenn Linux als Betriebssystem extrem stabil ist, so gilt dies keineswegs für alle unter Linux laufenden Einzelprogramme! Die geradezu atemberaubende Geschwindigkeit, mit der beispielsweise die Benutzeroberflächen KDE und Gnome

samt unzähliger Anwendungsprogramme entwickelt wurde und wird, hat der Stabilität dieser Komponenten nicht unbedingt gut getan. Probleme mit X bzw. der Benutzeroberfläche sind in den vergangenen Jahren definitiv häufiger geworden.

Es kommt hinzu, dass nicht jedes mit einer Linux-Distribution mitgelieferte Programm auch tatsächlich stabil, ausgereift und praxistauglich ist. Es besteht meiner Ansicht nach sogar die Gefahr, dass durch die zahlreichen Probleme einzelner Programme der Ruf von Linux als Ganzes in Gefahr gerät.

Als wie stabil Sie Linux empfinden, hängt letztlich sehr stark davon ab, wie Sie Linux einsetzen. Die besten Erfahrungen werden Sie machen, wenn Sie Linux primär als Netzwerk-Server, als Workstation für eher wissenschaftlich orientierte Arbeiten oder zum Programmieren einsetzen. Je stärker Sie sich aber anwendungsorientierten Programmen zuwenden und Linux als Desktop-System einsetzen (sozusagen Linux als Office-Rechner nutzen), desto eher werden Sie auch die negativen Seiten kennen lernen.

Auch wenn es von manchen Linux-Fans immer wieder vorausgesagt wird: Linux ist noch nicht reif für den Desktop. (Um es positiver zu formulieren: Viel fehlt nicht mehr.) Es gibt immer noch zu viele Probleme/Ärgernisse, oft bei ganz trivialen Dingen: Da werden Webseiten mit hässlichen Fonts oder ganz falsch angezeigt, unausgereifte KDE- und Gnome-Programme lassen sich nicht richtig konfigurieren, sind schlecht dokumentiert oder stürzen ab etc. Zudem fehlen ausreichend stabile und kompatible Anwendungsprogramme im Office-Bereich.

Tipp

Manchmal werden Sie auf der Suche nach Software für einen bestimmten Zweck auf eine ganze Reihe verfügbarer Programme stoßen. Bevor Sie sich für eines dieser Programme entscheiden, sollten Sie einen Blick auf die Versionsnummer, auf das Datum der letzten Änderung etc. werfen. Da die meisten Linux-Programme von Programmierern erstellt werden, die dafür nicht bezahlt werden, sondern die Programmierung eher als Hobby, als persönliche Herausforderung oder als Teil einer wissenschaftlichen Arbeit ansehen, wird bei weitem nicht jedes Programm, das mit vielen guten Ideen begonnen wurde, auch zu Ende entwickelt. Es gibt eine Menge Linux-Programme, die in einem halbfertigen Stadium stecken bleiben, bei denen also nur ein Teil der Funktionen stabil funktioniert. Von solchen Programmen sollten Sie gerade als Einsteiger lieber die Finger lassen.

Ein Merkmal einer einsteigertauglichen Distribution sollte es sein, dass solche Programme gar nicht erst mitgeliefert werden. Aber die Grenzen sind oft fließend, und professionelle Linux-Anwender wollen vielleicht gerade dieses Programm einsetzen. Die Entscheidung, auf welche Programme Sie sich verlassen möchten, bleibt damit Ihnen überlassen.

Wie sicher ist Linux?

Eine verwandte Frage ist die nach der Sicherheit. Abermals ist eine einfache Antwort unmöglich – sie hängt davon ab, was Sie unter Sicherheit verstehen, wie Sie Linux ein-

setzen und womit Sie die Sicherheit von Linux vergleichen. Im Allgemeinen bezieht sich die Sicherheitsfrage ja nicht auf den Linux-Kernel an sich – der bereitet selten Probleme –, sondern auf das resultierende Gesamtsystem, das beispielsweise als Internet-Server im Einsatz ist.

Leider kranken alle zurzeit populären Betriebssysteme an Sicherheitsproblemen. Linux schneidet in den meisten Vergleichen relativ gut ab, dennoch finden sich selbst in Netzwerkprogrammen, die schon seit Jahren unter Linux und unter anderen Unix-Varianten im Einsatz sind, immer wieder neue Sicherheitslücken.

- Linux ist im Vergleich zu Windows relativ virensicher. Es hat bis jetzt keinen größeren Virenbefall unter Linux gegeben (während Windows-Viren wie *Melissa*, *I love you* etc. oft ganze Firmen tagelang lähmten). Der Hauptgrund besteht darin, dass die Zugriffsverwaltung unter Linux – ähnlich wie unter Windows NT/2000 – verhindert, dass gewöhnliche Anwender großen Schaden am System anrichten können. Im Vergleich dazu wirken Systeme mit Windows 9x/SE/ME wie offene Scheunentore.
- Bei der Anwendung von Linux als Netzwerk- oder Internet-Server hängt die Sicherheit sehr stark von der Wartung des Systems ab. Beinahe zu allen Sicherheitsproblemen der vergangenen Jahre gab es bereits Updates, bevor diese Sicherheitsrisiken allgemein bekannt und von Hackern ausgenutzt wurden.

Wenn Sie also die auf Ihrem Rechner eingesetzte Software regelmäßig aktualisieren, haben Angreifer wenig Chancen, in Ihr System einzudringen. (Die regelmäßige Wartung ist natürlich mühsam und kostet Zeit. Aber immerhin sind Sicherheits-Updates im Vergleich zu kommerziellen Betriebssystemen im Regelfall sehr viel rascher verfügbar. Wenn Sie sicherheitskritische Anwendungen betreiben, haben Sie so zumindest die Chance, Ihr System immer auf dem aktuellen Stand zu halten.)

- Die Sicherheit von Linux-Systemen hängt schließlich sehr stark von Ihrem eigenen Wissen ab. Wenn Sie als Linux-Einsteiger einen Internet-Server konfigurieren und ins Netz stellen, ist nicht zu erwarten, dass dieser Server bereits optimal abgesichert ist. Es mangelt aber nicht an Literatur zu diesem Thema! (In diesem Buch ist Sicherheit übrigens eher ein Randthema. Auf meiner Website finden Sie einige weiterführende Literaturempfehlungen.)

Zusammenfassend kann man sagen, dass Linux an sich zwar alle Voraussetzungen für ein sicheres System bietet, dass die tatsächlich erzielte Sicherheit aber sehr stark vom Ihnen (dem Anwender) abhängt.

1.5 Herkunft und Lizenz von Linux

In diesem Abschnitt geht es weniger um die Details von Linux als um die Fragen, warum es Linux überhaupt gibt, wie das System entwickelt wurde und warum es frei ist. Dabei spielen GNU (GNU is Not Unix) und die FSF (Free Software Foundation) eine besondere Rolle.

Linux ist ein sehr junges Betriebssystem. Die allerersten Kernel-Teile (Version 0.01) wurden allein von Linus Torvalds (Helsinki) entwickelt, der den Programmcode im September 1991 über das Internet freigab. In kürzester Zeit fanden sich weltweit Programmierer, die an der Idee Interesse hatten und Erweiterungen dazu programmierten: ein verbessertes System zur Dateiverwaltung, Treiber für diverse Hardware-Komponenten, Zusatzprogramme wie den DOS-Emulator etc. All diese Einzelkomponenten wurden ebenfalls kostenlos zur Verfügung gestellt, und das Gesamtsystem wuchs mit einer atemberaubenden Geschwindigkeit. Die Entstehung dieses neuen Betriebssystems wäre ohne die weltweite Kommunikation der Programmierer via Internet unmöglich gewesen.

Ein wesentlicher Faktor dafür, dass Linux frei von den Rechten der großen Software-Firmen ist und dennoch derart schnell entwickelt werden konnte, war die zu diesem Zeitpunkt schon frei verfügbare Software. Linux ist nicht aus dem Nichts aufgetaucht, wie das manchmal fälschlich dargestellt wird, sondern baut auf einer breiten Basis freier Software auf. Für die ersten Schritte war das freie (aber im Funktionsumfang sehr eingeschränkte) Minix eine praktische Grundlage. So verwendeten die ersten Linux-Versionen noch das Dateisystem von Minix.

In ihrer Bedeutung wohl noch wichtiger waren und sind die zahlreichen GNU-Programme. GNU-Programme gibt es schon wesentlich länger als Linux. Schon vorher wurden GNU-Programme auf vielen Unix-Systemen als Ersatz für diverse Originalkomponenten verwendet – etwa der GNU-C-Compiler, der Texteditor Emacs, diverse GNU-Utilities wie `find` und `grep` etc. Sobald der Kernel von Linux so weit entwickelt worden war, dass der GNU-C-Compiler darauf zum Laufen gebracht werden konnte, stand praktisch mit einem Schlag die gesamte Palette der GNU-Tools zur Verfügung. Aus dem bloßen Kernel wurde also plötzlich ein recht vollständiges System, das dann für eine noch größere Entwicklergemeinde zu einer attraktiven Umgebung wurde.

GNU-Programme sind ebenso wie Linux (unter gewissen Einschränkungen) frei kopierbar – und zwar nicht nur als Binärprogramme, sondern mit sämtlichen Codequellen. Das ermöglicht es allen GNU-Anwendern, die Programme bei Problemen oder Fehlern selbst zu erweitern oder zu korrigieren. Aus diesen Änderungen resultieren immer bessere und ausgereifere Versionen der diversen GNU-Programme. Nicht zuletzt auf Grund der freien Verfügbarkeit des Programmcodes stellt der GNU-C-Compiler den Standard in der Unix-Welt dar: Der Compiler ist praktisch auf jedem Unix-System verfügbar. (Es gibt übrigens auch Portierungen für Windows.) Linux selbst ist mit dem GNU-C-Compiler entstanden.

Erst die Kombination aus dem Linux-Kernel, den zahlreichen GNU-Komponenten, der Netzwerk-Software des BSD-Unix, dem ebenfalls frei verfügbaren X Window System des MIT (Massachusetts Institute of Technology) und dessen Portierung XFree86 für PCs mit Intel-Prozessoren sowie aus zahlreichen weiteren Programmen wie \LaTeX machen eine Linux-Distribution zu einem kompletten Unix-System.

Linux ist natürlich nicht allein Linus Torvalds zu verdanken (auch wenn es ohne ihn Linux in seiner heutigen Form nicht gäbe). Hinter Linux stehen vielmehr eine Menge engagierter Menschen, die seit Jahren in ihrer Freizeit (seltener auch im Rahmen ihres

Informatikstudiums) freie Software produzieren. (Der Kernel von Linux umfasst mittlerweile mehrere Millionen Programmzeilen!) Die wichtigsten Namen sind in der Datei `/usr/src/linux/CREDITS` enthalten. Diese Datei können Sie nach der Installation des Linux-Kernels lesen.

Rechtliches – Die General Public License

Linux ist 'frei' – aber was bedeutet das eigentlich? Oft wird frei mit kostenlos verwechselt. Es stimmt zwar, dass Linux auch kostenlos verfügbar ist (zumindest über das Internet); der Begriff 'frei' bezieht sich aber auch und vor allem auf die Verfügbarkeit des gesamten Quellcodes (*open source*). Damit sind gewisse Komplikationen verbunden: Was passiert, wenn eine Firma den Linux-Code verwendet, in einigen Punkten erweitert und das System anschließend verkauft? Auch das ist erlaubt, allerdings mit einer Einschränkung: Der Programmcode des neuen Systems muss abermals frei verfügbar sein. Diese Regelung stellt sicher, dass Erweiterungen am System allen Anwendern zugute kommen.

Das Ziel der Entwickler von GNU und Linux war es also, ein System zu schaffen, dessen Quellen frei verfügbar sind und es auch bleiben. Um einen Missbrauch auszuschließen, ist Software, die im Sinne von GNU entwickelt wurde und wird, durch die GNU General Public License (kurz GPL) geschützt. Hinter der GPL steht die Free Software Foundation (FSF, siehe www.gnu.org). Diese Organisation wurde von Richard Stallmann (der unter anderem auch Autor des Editors Emacs ist) gegründet, um qualitativ hochwertige Software frei verfügbar zu machen.

Die Kernaussage der GPL besteht darin, dass zwar jeder den Code verändern und sogar die resultierenden Programme verkaufen darf, dass aber gleichzeitig der Anwender/Käufer das Recht auf den vollständigen Code hat und diesen ebenfalls verändern und wieder kostenlos weitergeben darf. Jedes GNU-Programm muss zusammen mit der vollständigen GPL weitergegeben werden. Durch die GPL geschützte Software ist also nicht mit Public-Domain-Software zu verwechseln, die vollkommen ungeschützt ist.

Die GPL schließt damit aus, dass jemand ein GPL-Programm weiterentwickeln und verkaufen kann, *ohne* die Veränderungen öffentlich verfügbar zu machen. Jede Weiterentwicklung ist somit ein Gewinn für *alle* Anwender.

Die vollständige GPL finden Sie als Textdatei auf beinahe jeder Linux-CD unter den Namen COPYING.

TIPP

Wenn Sie mehr über die Idee freier Software lesen möchten, sollten Sie den GNU Emacs installieren und **(Strg)+(H)**, **(Strg)+(P)** drücken. Im Emacs wird dann ein Text angezeigt, der die Ziele der FSF beschreibt und Antworten auf oft gestellte Fragen gibt (*Won't programmers starve?*).

Neben der GPL existiert noch die Variante LGPL (GNU Library GPL). Der wesentliche Unterschied zur GPL besteht darin, dass eine derart geschützte Bibliothek auch von kommerziellen Produkten genutzt werden darf, deren Code *nicht* frei verfügbar ist. Ohne die

LGPL könnten GPL-Bibliotheken nur wieder für GPL-Programme genutzt werden, was in vielen Fällen eine unerwünschte Einschränkung für kommerzielle Programmierer wäre.

Andere Lizenzen

Durchaus nicht alle Teile einer Linux-Distribution unterliegen den gleichen Copyright-Bedingungen! Während der Kernel und viele Tools der GPL unterliegen, gelten für manche Komponenten und Programme andere rechtliche Bedingungen.

- Beispielsweise gibt es für das X Window System eine eigene Lizenz. (Das X Window System wurde ursprünglich von der amerikanischen Universität MIT entwickelt. Die jetzige Lizenz ist von einer früheren Lizenz des MIT abgeleitet.)
- Für manche Netzwerk-Tools gilt die BSD-Lizenz. BSD ist wie Linux ein freies Unix-System. Die BSD-Lizenz ist insofern liberaler als die GPL, als die kommerzielle Nutzung ohne die Freigabe des Codes zulässig ist. Die Lizenz ist daher vor allem für kommerzielle Programmierer interessant, die Produkte entwickeln möchten, deren Code sie nicht veröffentlichen müssen.
- Für einige Programme gelten Doppellizenzen. Beispielsweise können Sie den Datenbank-Server MySQL für Open-Source-Projekte bzw. für die innerbetriebliche Anwendung gemäß der GPL kostenlos einsetzen. Wenn Sie hingegen ein kommerzielles Produkt auf der Basis von MySQL entwickeln und samt MySQL verkaufen möchten (ohne Ihren Quellcode zur Verfügung zu stellen), kommt die ebenfalls verfügbare kommerzielle Lizenz zum Einsatz. (Das bedeutet, dass die Weitergabe von MySQL in diesem Fall kostenpflichtig wird.)
- Einige wenige unter Linux verfügbare Programme sind Shareware (etwa das beliebte Grafikprogramm xv): Die private Nutzung von xv ist kostenlos, aber die kommerzielle Anwendung des Programms ist nur nach einer Registrierung beim Autor gestattet.
- Andere Programme sind dezidiert kommerziell, obwohl auch in solchen Fällen die kostenlose Nutzung meist zulässig ist. Ein bekanntes Beispiel ist der Adobe Acrobat Reader zum Lesen von PDF-Dokumenten: Zwar ist das Programm unter Linux kostenlos erhältlich (und darf auch in Firmen kostenlos eingesetzt werden), aber der Quellcode zu diesem Programm ist nicht erhältlich.

Manche Distributionen kennzeichnen die Produkte, bei denen die Nutzung oder Weitergabe eventuell lizenzrechtliche Probleme verursachen könnte. So befinden sich bei SuSE alle derartigen Programmpakete in der Serie `pay`. Bei Debian werden solche Pakete gleichgar nicht mitgeliefert, oder sie befinden sich im Verzeichnis `non-free`.

Im Allgemeinen können Sie davon ausgehen, dass Sie alle Programme, die Sie mit einer Linux-Distribution erhalten haben, auch kostenlos nutzen dürfen. Es ist aber nicht immer so, dass Sie davon abgeleitete eigene Produkte ohne weiteres weiterverkaufen dürfen. Wenn Sie Software-Entwickler sind, müssen Sie sich in die bisweilen sehr verwirrende Problematik der unterschiedlichen Software-Lizenzen einarbeiten.

Der Begriff Open Source

Das Dickicht der zahllosen, mehr oder weniger 'freien' Lizenzen ist schwer zu durchschauen. Die Bandbreite zwischen der manchmal fundamentalistischen Auslegung von 'frei' im Sinne der GPL und den verklausulierten Bestimmungen mancher Firmen, die Ihr Software-Produkt zwar frei nennen möchten (weil dies gerade modern ist), in Wirklichkeit aber uneingeschränkte Kontrolle über den Code behalten möchten, ist groß.

Eine exzellente Einführung in das Thema gibt die Website www.opensource.org. Das Ziel der Website ist es, unabhängig von Einzel- oder Firmeninteressen die Idee (oder das Ideal) von Software mit frei verfügbarem Quellcode zu fördern. Dort finden Sie auch eine Liste von Lizenzen, die der Open-Source-Idee entsprechen.

Kapitel 2

Installation

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Installation eines Linux-Systems auf einem PC mit Intel-kompatiblen Prozessor. Das Kapitel bezieht sich nicht auf eine spezielle Distribution, sondern beschreibt die wesentlichen Installationsschritte (etwa die Partitionierung der Festplatte) in allgemeiner Form und vermittelt das erforderliche Grundlagenwissen (damit Sie wissen, was Sie tun). Spezifische Details zur Installation einiger ausgewählter Distributionen finden Sie im Anhang.

So viel vorweg: Die Installation ist in den vergangenen Jahren immer einfacher geworden. Im Idealfall – d. h. wenn Sie Standard-Hardware verwenden und bereits ausreichend Platz für Linux vorhanden ist – sollten 30 Minuten ausreichen, um zu einem funktionierenden Linux-System zu gelangen. Schwierig wird die Installation zumeist nur deswegen, weil im Regelfall ein wechselweiser Betrieb eines schon vorhandenen Windows-Betriebssystems und von Linux gewährleistet werden soll. Probleme kann es aber auch bei der Unterstützung ungewöhnlicher Hardware geben (z. B. bei sehr alter oder sehr neuer Hardware, bei manchen Notebooks etc.)

2.1 Voraussetzungen

Damit Sie Linux installieren können, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein:

- Sie benötigen einen PC mit einem Intel-386-kompatiblen Prozessor. (Es gibt auch Linux-Distributionen für Systeme mit anderen Prozessoren; diese werden hier aber nicht behandelt.)
- Sie benötigen genug RAM. Wie viel genug ist, hängt davon ab, wie Sie mit Linux arbeiten möchten. Im Textmodus reichen 8 MByte für ein komfortables Arbeiten. Wenn Sie als grafische Oberfläche das X Window System und KDE oder Gnome benutzen möchten, sollten es zumindest 64 MByte sein (je mehr, desto besser).

Wieviel genug ist, hängt auch vom Installationsprogramm der Distribution ab. Bei einigen großen Distributionen (Red Hat, SuSE etc.) werden mittlerweile 32 oder gar 64 MByte vorausgesetzt!

- Sie benötigen eine freie Partition mit ausreichend Platz auf Ihrer Festplatte. (Was eine Partition ist, wird ab Seite 68 ausführlich erklärt.) Auch hier ist schwer zu sagen, wie viel 'ausreichend' ist. Für eine Minimalinstallation ohne X – etwa um einen alten 486er PC als Firewall zu nutzen – reichen je nach Distribution zur Not ca. 100 MByte. Wenn Sie dagegen eine Standardinstallation einer gängigen Distribution durchführen, sollten es etwa zwei bis drei GByte sein.
- Sie benötigen eine leere (möglichst formatierte) Diskette. Auf diese Diskette wird während der Installation ein kleines Programm (meistens LILO) installiert, das später den Start von Linux ermöglicht. Prinzipiell ist es auch möglich, LILO direkt auf die Festplatte zu installieren, die Verwendung einer Diskette ist aber sicherer.
- Sie benötigen Hardware-Komponenten, die von Linux erkannt und unterstützt werden. Gegenwärtig ist das bei einem Großteil der Standard-Hardware der Fall. Probleme können exotische bzw. ganz neue Grafik- und Netzwerkkarten bereiten. Eine weitere Problemquelle sind manche Notebooks. USB-Geräte werden nur teilweise unterstützt. Nicht unterstützt werden die meisten so genannten GDI-Drucker und Windows-Modems. (Aktuelle Informationen zu diesem Thema finden Sie im Internet. Eine Liste mit Links ist auf Seite 44 abgedruckt.)
- Wenn Sie mit dem X Window System komfortabel arbeiten möchten, benötigen Sie eine Maus mit drei (!) Tasten. Auch eine Maus mit einem Rad zwischen den beiden Maustasten ist ausreichend, wenn das Rad gedrückt werden kann. Die mittlere Maustaste spielt unter X eine wichtige Rolle. (Bei Mäusen mit nur zwei Tasten können zwar auch beide Tasten gemeinsam gedrückt werden, um die fehlende dritte Taste zu simulieren. Das ist aber mühsam.)

Rechnerkauf

Im Regelfall werden Sie schon einen Rechner besitzen – dann müssen Sie eben mit dem leben, was da ist, und hoffen, dass Linux mit allen Komponenten zurechtkommt. In einer weitaus besseren Situation sind Sie, wenn der Rechnerkauf erst bevorsteht und Sie sich schon jetzt mit Linux beschäftigen. Sie sollten folgende Punkte beachten:

- Eine häufige Problemquelle stellen ganz neue Hardware-Komponenten dar, die Linux noch nicht kennt. Achten Sie beim Rechnerkauf oder bei Erweiterungen darauf, dass alle Komponenten von Linux unterstützt werden. In noch stärkerem Ausmaß gilt dies für Notebooks. Aktuelle Informationen darüber, welche Hardware von Linux zurzeit unterstützt wird, finden Sie im Internet (siehe die Sammlung von Links auf Seite 44).
- Sind die Hardware-Hürden einmal überwunden, besteht das größte Hindernis für eine reibungsfreie Installation darin, dass das auf dem Rechner bereits installierte Betriebssystem (zumeist irgendeine Windows-Version) die gesamte Festplatte blockiert. Verlangen Sie von Ihrem Händler, dass er das Betriebssystem in eine Partition installiert und den Rest der Festplatte freilässt. Nur dann können Sie über den Rest der Festplatte nach Ihren Vorstellungen verfügen und dort nach Belieben weitere Partitionen für Windows, Linux oder andere Betriebssysteme anlegen. (Hintergrundinformationen darüber, was Partitionen sind und wie sie verändert werden, folgen ab Seite 68.)
- Falls auf Ihrem Rechner Windows NT/2000/XP laufen soll (also nicht Windows 9x/ME), bitten Sie Ihren Händler, dass er die Festplatte folgendermaßen partitioniert. (Diese Empfehlung gilt natürlich auch dann, wenn Sie Windows NT/2000/XP selbst installieren.)

Erste (primäre) Partition: kleine FAT-Partition (100 MByte bis 2 GByte, wenn möglich mit lauffähigem DOS oder Windows 9x für Wartungsarbeiten, sonst einfach leer)

Zweite (erweiterte) Partition: die gesamte restliche Festplatte

Darin eine logische Partition: z. B. 6 GByte NTFS mit Windows NT/2000/XP

Der Rest der Festplatte bleibt vorerst leer und ungenutzt.

Diese Partitionierung hat eine Menge Vorteile: Erstens ist der Rest der erweiterten Partition frei und kann später nach Bedarf zum Anlegen weiterer logischer Partitionen sowohl für Linux als auch für Windows verwendet werden. Zweitens existiert eine FAT-Partition, die zum Datenaustausch zwischen Windows NT/2000/XP und Linux verwendet werden kann. Drittens ist die spätere LILO-Installation einfacher, wenn die erste Partition eine FAT-Partition ist, die auch unter Linux verändert werden kann. (Was primäre, erweiterte und logische Partitionen sind, wird ab Seite 68 beschrieben.)

- Die gesamte Diskussion über Partitionierungsprobleme ist hinfällig, wenn Ihr Rechner mit einer zweiten (vorerst leeren) Festplatte für Linux ausgestattet ist.

2.2 Überblick über den Installationsprozess

Dieser Abschnitt fasst die Schritte einer gewöhnlichen Linux-Installation zusammen. Gewöhnlich bedeutet hier:

- Es handelt sich um einen Rechner mit einem Intel-kompatiblen Prozessor.
- Auf Ihrem Rechner ist bereits ein Betriebssystem installiert (Windows). Linux soll zusätzlich zu diesem Betriebssystem neu installiert werden soll. Das Ziel der Instal-

lation ist es, dass das bisherige Betriebssystem weiterhin verwendbar bleibt. Nach geglückter Installation können Sie beim Neustarten des Rechners auswählen, ob Sie den Rechner unter Linux oder unter Ihrem bisherigen Betriebssystem hochfahren wollen.

- Als Installationsmedium wird eine CD-ROM oder DVD verwendet.

VERWEIS

Diverse Installationsvarianten werden ab Seite 91 behandelt. Dort finden Sie unter anderen Informationen zur Installation über ein Netzwerk, zur Installation in eine Windows-Partition, zur Herstellung von Bootdisketten, zur Durchführung eines Distributions-Updates etc.

Nun aber zu den Installationsschritten:

- **Dokumentation lesen:** Falls Sie keine gedruckten Handbücher zu Ihrer Linux-Distribution besitzen, sollten Sie Ihren Rechner vorerst unter Windows starten und einen Blick in die Linux-Installations-CD-ROM werfen. Dort finden Sie in den meisten Fällen eine Online-Dokumentation (z. B. Installationsanleitungen, ein Handbuch im HTML- oder PDF-Format etc.).

Wenn es sich bei den Dokumentationsdateien um reine Textdateien handelt, sollten Sie unter Windows das Programm `WORDPAD.EXE` zum Lesen verwenden. Dieses Programm kommt im Gegensatz zu `NOTEPAD.EXE` mit den Unix-Textdateien ohne die Windows-übliche Zeilentrennung zurecht.

- **Windows-Partition verkleinern:** Wenn Ihr aktuelles Betriebssystem die gesamte Festplatte füllt, d. h. wenn Sie keinen Platz für neue Partitionen haben (das ist leider der Regelfall), müssen Sie Ihre Festplatte unter Windows neu partitionieren (siehe Seite 72). Das Ziel dieses Schritts besteht darin, einen Bereich der Festplatte für Linux freizugeben, in dem später eine eigene Linux-Partition zur Aufnahme des Linux-Dateisystems eingerichtet werden kann.

Vereinzelt gibt es Distributionen, die diesen Schritt im Rahmen der Installation vornehmen. Allerdings funktioniert das nur für Windows 9x/ME (nicht NT/2000/XP) – und auch dann nicht immer problemlos.

Bei manchen Distributionen kann dieser Schritt auch ganz entfallen, wenn Sie sich nämlich dafür entscheiden, die Installation in einer großen Datei einer Windows-Partition durchzuführen. Das ist aber mit diversen Nachteilen verbunden und eignet sich primär dazu, um Linux einmal kennen zu lernen. Außerdem ist auch diese, eher seltene Installationsvariante nur unter Windows 9x/ME möglich (nicht aber bei NT/2000/XP).

Falls die Veränderung der Partitionierung Probleme bereitet, stellt schließlich der Kauf einer neuen Festplatte einen durchaus empfehlenswerten Ausweg dar.

- **Linux-Installation starten:** Legen Sie die Linux-Installations-CD in das Laufwerk ein und starten Sie den Rechner neu. Das Linux-Installationsprogramm sollte automatisch gestartet werden (Seite 78).

Es erscheint nun ein menügesteuertes Installationsprogramm. Dieses Programm sieht bei jeder Distribution ein wenig anders aus. Für einige Distributionen finden Sie im

Anhang Details zur Bedienung dieses Programms. Die ersten Fragen betreffen zumeist die Sprache der Benutzeroberfläche, die Konfiguration von Tastatur und Maus etc.

- **Linux-Partitionen anlegen:** Ein wesentlicher Schritt der Installation – unabhängig von der Distribution, die Sie verwenden – ist das Anlegen von Linux-Partitionen auf der Festplatte. (Für diese Partitionen wurde ja im zweiten Arbeitsschritt Platz geschaffen.) Wie das Partitionierprogramm aussieht, hängt stark von der jeweiligen Distribution ab. Davon unabhängig finden Sie auf Seite 81 Grundlageninformationen und Partitionierungstipps.
- **Installationsumfang auswählen:** Im nächsten Schritt geben Sie an, welche Teile der Linux-Distribution Sie installieren möchten (siehe Seite 86). Die marktüblichen Linux-Distributionen sind so umfangreich, dass es selten sinnvoll ist, einfach alles zu installieren.

Es folgen nun diverse Rückfragen zur Konfiguration – z. B. zum gewünschten Start-Passwort, zu den Netzwerkeinstellungen, zur Druckerkonfiguration etc. (siehe Seite 86).

- **LILO-Konfiguration/Bootdiskette:** Ungeklärt ist jetzt nur noch eine Frage: Wie soll Linux in Zukunft gestartet werden? Dazu wird bei den meisten Distributionen das Programm LILO (Linux Loader) eingesetzt (siehe Seite 89). (Manche Distributionen setzen statt LILO andere Programme ein – etwa GRUB oder SYSLINUX. Beide Programme werden in Kapitel 8 beschrieben.)

LILO kann wahlweise auf eine Bootdiskette oder direkt auf die Festplatte installiert werden. Die zweite Variante ist komfortabler, aber auch gefährlicher: Sie ist unter Umständen mit bereits installierten Betriebssystemen inkompatibel (insbesondere mit Windows NT/2000/XP).

Daher an dieser Stelle ein Ratschlag, der in diesem Buch noch mehrfach wiederholt wird: Installieren Sie LILO während der Erstinstallation nur dann auf die Festplatte, wenn Sie mit Windows 9x/ME arbeiten und einen modernen Rechner besitzen!

In allen anderen Fällen (also bei alter Hardware, bei der Verwendung von Windows NT/2000/XP, oder wenn sich bereits mehrere Betriebssysteme auf der Festplatte befinden etc.) sollten Sie eine Bootdiskette erstellen. (Sie benötigen dazu eine leere, formatierte Diskette.) Wenn Sie einmal ein laufendes Linux-System besitzen und ein wenig Erfahrung gewonnen haben, können Sie LILO später immer noch auf die Festplatte installieren. Im Detail ist das ab Seite 319 beschrieben.

Insgesamt wird die Erstinstallation von Linux vermutlich ein bis zwei Stunden in Anspruch nehmen. (Mit etwas Übung gelingt es aber auch in 15 Minuten!) Anschließend können Sie mit Linux zu arbeiten beginnen (siehe Kapitel 3 ab Seite 111 zu den ersten Schritten) bzw. manuell weitere Konfigurationsschritte durchführen und Linux optimal an Ihre besonderen Ansprüche anpassen.

VORSICHT

Es gibt während einer Linux-Installation nur zwei kritische Phasen, in denen Sie unbeabsichtigt Daten anderer Betriebssysteme zerstören oder Ihren Rechner nicht mehr startbar machen können: bei der Partitionierung der Festplatte und bei der Installation von LILO auf die Festplatte. Führen Sie diese Schritte also mit besonderer Vorsicht aus.

TIPP

Besonders für Linux-Einsteiger ist es sehr zu empfehlen, dass Sie während der Installation durchgeführte Eingaben mitprotokollieren. Besonders wichtig sind Partitionsnamen (z. B. `/dev/hda5`), die Sie unter Umständen später wieder brauchen – und bis dahin haben Sie die vielen oft ähnlich lautenden Abkürzungen womöglich wieder vergessen.

Vorarbeiten

Bevor es richtig losgeht, sind noch zwei Dinge zu erledigen: Erstens müssen Sie sicherstellen, dass Sie eine leere Diskette besitzen – die benötigen Sie während der Installation. Zweitens sollten Sie in Erfahrung bringen, wie Ihre Hardware im Detail aussieht. Welchen SCSI-Controller verwenden Sie? Welche Grafikkarte? Welche Sound-Karte? Was ist die maximale Zeilenfrequenz (in kHz) und Bildfrequenz (in Hz) Ihres Monitors? Diese Informationen benötigen Sie möglicherweise während der Installation. (Wenn Sie Glück haben, wird Ihre Hardware automatisch erkannt – aber das ist nicht immer der Fall.)

Die Antworten auf diese Fragen sollten Sie in der mit Ihrem Rechner mitgelieferten Dokumentation finden (ein frommer Wunsch, ich weiß ...). Falls Sie auf Ihrem Rechner bereits Windows installiert haben, können Sie die meisten Informationen aber auch dem Systemsteuerungsprogramm entnehmen (siehe Abbildung 2.1).

Windows 9x/ME versus Windows NT/2000/XP

Wenn in diesem Kapitel immer wieder zwischen Windows 9x/ME (also Windows 95, 95B, 98, 98 SE und ME) auf der einen und Windows NT/2000/XP auf der anderen Seite unterschieden wird, so hat dies zwei Gründe:

- **Dateisystem:** Die beiden Windows-Betriebssystemfamilien verwenden verschiedene Dateisysteme, mit denen Linux unterschiedlich gut zurechtkommt. Linux kann FAT32-Dateisysteme (Windows 9x/ME) sowohl lesen als auch verändern. Dagegen ist beim NTFS-Dateisystem (Windows NT/2000/XP) zurzeit nur ein Lesezugriff möglich. Ein Treiber für NTFS-Schreibzugriffe ist zwar in der Entwicklung, befindet sich aber erst in einem experimentellen Stadium und ist für die allgemeine Anwendung noch nicht geeignet.

Das Dateisystem bestimmt aber nicht nur das Ausmaß des Datenaustausches zwischen Linux und Windows, sondern auch die Funktion von Partitionierungswerkzeugen. So gibt es für Partitionen mit FAT32-Dateisystemen kostenlose Werkzeuge, die derartige Partitionen ohne Datenverlust verkleinern können. Für Partitionen mit

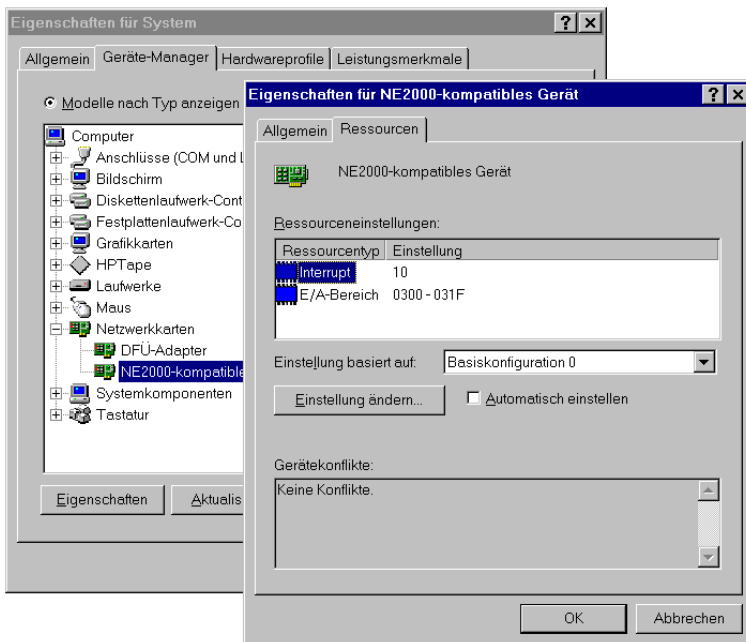


Abbildung 2.1: Die Netzwerkkarte ist NE-2000-kompatibel und verwendet den Interrupt 10 und den Adressbereich 300-31F (hexadezimal).

NTFS-Dateisystem gibt es dagegen momentan nur kommerzielle (und damit relativ teure) Tools für diesen Zweck.

Prinzipiell ist es möglich, Windows NT/2000 auch in ein FAT32-Dateisystem zu installieren. Das erhöht zwar die Kompatibilität zu Linux, ist aber dennoch nicht zu empfehlen. Gerade das NTFS-Dateisystem ist einer der größten Vorteile von Windows NT/2000/XP gegenüber 9x/ME. Vernünftiger ist es, neben der NTFS-Systempartition eine kleinere FAT32-Partition für den Datenaustausch zwischen Windows und Linux einzurichten, wie auf Seite 63 beschrieben wurde.

- **Systemstart:** Die beiden Windows-Betriebssystemfamilien unterscheiden sich auch hinsichtlich des Systemstarts. Bei Windows 9x/ME wird ein Konzept verwendet, das auch schon für DOS und Windows 3.1 zum Einsatz kam. Der Linux Loader (LILO) kommt mit diesem Konzept zurecht und kann daher auch Windows 9x/ME problemlos starten.

Bei Windows NT/2000/XP ist der Systemstart etwas komplexer und erfolgt durch einen eigenen Windows Bootmanager. LILO kann diese Aufgabe nicht übernehmen. Aus diesem Grund ist die Konfiguration des Startprozesses für beide Betriebssysteme etwas komplizierter (aber natürlich ebenfalls möglich).

2.3 Grundlagen der Festplattenpartitionierung

In diesem Kapitel war bereits recht häufig von Partitionen die Rede, ohne dass wirklich erklärt wurde, worum es sich dabei eigentlich handelt. Dieser Abschnitt beantwortet diese Frage und gibt darüber hinaus einige Empfehlungen zur richtigen Partitionierung. (Was richtig ist, hängt natürlich immer vom Verwendungszweck ab.)

Was sind Partitionen und wozu dienen sie?

Partitionen sind Abschnitte auf der Festplatte. Windows-Partitionen bekommen eigene Buchstaben (C:, D: etc.) und verhalten sich scheinbar wie selbstständige Festplatten.

Im einfachsten Fall gibt es nur eine einzige Partition, die einfach die gesamte Festplatte umfasst. Wenn Sie einen vorkonfigurierten PC mit einem Windows-Betriebssystem kaufen, ist das der Regelfall.

Mehrere Partitionen benötigen Sie, sobald Sie mehrere Betriebssysteme gleichzeitig auf Ihrem Rechner installieren möchten. (Dabei muss es sich durchaus nicht um Linux handeln! Auch wenn Sie z. B. Windows ME und Windows 2000 gleichzeitig installieren möchten, benötigen Sie zwei Partitionen.) Der Grund dafür besteht darin, dass unterschiedliche Betriebssysteme im Regelfall auch unterschiedliche Dateisysteme verwenden.

Selbst wenn mehrere Betriebssysteme das gleiche Dateisystem unterstützen, ist es zumeist unumgänglich, die Betriebssysteme in unterschiedliche Partitionen zu installieren, um Doppelgleisigkeiten bei den Verzeichnisnamen zu vermeiden.

Unter Linux kommt noch hinzu, dass es zumeist sinnvoll ist, für Linux selbst schon mehrere Partitionen vorzusehen – z. B. eine Partition für das Betriebssystem, eine für die eigenen Daten und eine als so genannte Swap-Partition. Dabei handelt es sich um das Gegenstück zur Auslagerungsdatei von Windows.

HINWEIS

Um es nochmals zu verdeutlichen: Für eine Linux-Installation kommt es nicht darauf an, wie viel Platz auf Ihrer Festplatte unter Windows noch frei ist. Diesen Platz – innerhalb einer Windows-Partition – können Sie nämlich für Linux nicht nutzen. Sie benötigen für die Linux-Installation Platz außerhalb der Windows-Partition, um dort neue Partitionen anzulegen.

Partitionstypen

Es gibt drei Typen von Festplattenpartitionen: primäre, erweiterte und logische Partitionen.

Auf einer Festplatte können maximal vier primäre Partitionen existieren. Außerdem besteht die Möglichkeit, statt einer dieser vier primären Partitionen eine erweiterte Partition zu definieren. Innerhalb der erweiterten Partition können dann mehrere logische Partitio-

nen angelegt werden. (Der Sinn von erweiterten und logischen Partitionen besteht nur darin, das historisch vorgegebene Limit von nur vier primären Partitionen zu umgehen.)

Eine erweiterte Partition dient nur als Container für logische Partitionen. Zur eigentlichen Speicherung von Daten sind nur primäre und logische Partitionen geeignet.

HINWEIS

Das mit Windows 9x/ME mitgelieferte Programm FDISK kann übrigens nur eine einzige primäre Partition definieren. Das bedeutet, dass Sie unter Windows 9x/ME maximal eine primäre, eine erweiterte und darin mehrere logische Partitionen definieren können. Wenn Sie mehr primäre Partitionen benutzen möchten, müssen Sie die Partitionierung unter Linux vornehmen.

Partitionierung und Formatierung

Um die Aufteilung der Festplatte zu verändern, sieht jedes Betriebssystem eigene Werkzeuge vor. Unter Windows 9x/ME ist es noch immer das aus DOS-Zeiten bekannte Programm FDISK. Unter Windows NT/2000/XP steht ein komfortableres Werkzeug mit grafischer Benutzeroberfläche zur Verfügung; der Aufruf ist allerdings bei jeder dieser Windows-Versionen ein wenig anders (unter Windows 2000 beispielsweise CONTROL PANEL|ADMINISTRATIVE TOOLS|COMPUTER MANAGEMENT|DISK MANAGEMENT). Unter Linux wird zur Partitionierung entweder `fdisk` oder ein äquivalentes Werkzeug mit grafischer Benutzeroberfläche verwendet.

Mit jeder primären oder logischen Partition wird eine Zusatzinformation (eine Kennzahl) gespeichert, die angibt, welches Dateisystem sich in der Partition befindet. Anhand dieser Information können Betriebssysteme (Windows, Linux etc.) sehr leicht erkennen, welche Partitionen wie angesprochen werden sollen. Partitionen mit fremden Betriebssystemen werden im Regelfall einfach ignoriert.

Durch das Partitionieren wird allerdings noch kein Dateisystem erzeugt. Nach der Partitionierung ist der Platz auf der Festplatte also nur reserviert, kann aber noch nicht unmittelbar verwendet werden. Dazu muss die Partition zuerst formatiert werden. Unter Windows können Sie diese Operation über ein Kontextmenü im Explorer oder mit dem Programm FORMAT durchführen. Unter Linux wird dazu meistens das Programm `mke2fs` eingesetzt.

HINWEIS

Linux unterstützt verschiedene eigene Dateisysteme. Am gebräuchlichsten ist das Dateisystem `ext2`, das mit dem oben erwähnten Programm `mke2fs` angelegt wird. Eine mögliche Alternative zu `ext2` ist das `reiserfs`-Dateisystem.

Wenn in diesem Kapitel vereinfachend immer wieder von einer *Linux*-Partition gesprochen wird, ist eigentlich eine Partition mit dem `ext2`-Dateisystem gemeint. Es gibt auch andere Linux-Dateisysteme, die sind aber primär für Spezialaufgaben gedacht und werden ab Seite 235 ausführlich beschrieben.

Im Regelfall gehen sowohl durch die Partitionierung (z. B. durch die Veränderung der Größe einer Partition) als auch durch das Formatieren alle in der Partition gespeicherten Daten verloren! Einen Datenverlust können Sie nur vermeiden, wenn Sie Spezialwerkzeuge einsetzen (siehe ab Seite 72).

Partitionsnamen unter DOS/Windows

Unter Windows werden für das Betriebssystem benutzbare Partitionen mit Laufwerksbuchstaben bezeichnet. A : und B : sind für Disketten reserviert. Die weiteren Buchstaben bezeichnen die primären und logischen Partitionen der Festplatte. (Erweiterte Partitionen erhalten keinen Laufwerksbuchstaben und sind somit unsichtbar. Dasselbe gilt auch für Linux-Partitionen, die unter Windows nicht verwendet werden können.)

Verwirrend wird die Benennung der Partitionen, wenn es mehrere Festplatten oder andere Laufwerke (CD-ROM, DVD etc.) gibt. In diesem Fall bekommen zuerst die primären Partitionen aller Festplatten bzw. Laufwerke einen Buchstaben. Erst anschließend werden auch die logischen Partitionen benannt. Wenn Sie drei Festplatten mit je einer primären und zwei logischen Windows-Partitionen besitzen, dann gehören also C, F und G zur ersten Platte, D, H und I zur zweiten Platte und E, J und K zur dritten Platte.

Unter Windows NT/2000/XP kann diese automatische Benennung verändert werden. Beispielsweise können Sie einem CD-ROM-Laufwerk den Buchstaben X unveränderlich zuweisen. Damit erreichen Sie, dass sich die Bezeichnung des CD-ROM-Laufwerks nicht ändert, wenn Sie später eine zusätzliche Windows-Partition definieren.

Partitionen mit fremden Dateisystemen bekommen keinen Laufwerksbuchstaben und sind daher in den meisten Programmen (z. B. im Explorer) unsichtbar. Die Partitionen werden nur in Partitionierungsprogrammen (FDISK unter Windows 9x/ME, Computer-Management-Console unter Windows 2000 etc.) angezeigt.

Partitionsnamen unter Linux

Die Logik bei der Bezeichnung von Partitionen unter Linux ist zwar klarer als unter Windows, die resultierenden Namen sind aber nicht gerade einprägsam. Statt Laufwerksbuchstaben sind unter Linux so genannte Device-Namen üblich. Normale Festplatten (IDE-Festplatten) werden als `/dev/hdxy` bezeichnet, wobei *x* ein Buchstabe für die Festplatte ist (a für die erste Platte, b für die zweite Platte etc.) und *y* eine Ziffer für die Partition. SCSI-Festplatten werden analog mit `/dev/sdxy` benannt. CD-ROM-Laufwerke (egal ob mit IDE- oder SCSI-Bus) werden wie Festplatten behandelt.

HINWEIS

IDE (Integrated Drive Electronics) und SCSI (Small Computer System Interface) sind die zwei zurzeit populärsten Systeme, um einen PC mit seinen Festplatten, CD-ROM-, DVD- und anderen Laufwerken zu verbinden. SCSI-Systeme sind unter bestimmten Umständen deutlich schneller als IDE-Systeme, aber auch deutlich teurer. Sie werden überwiegend in File- und Datenbank-Servern eingesetzt. Für gewöhnliche PCs kommen überwiegend IDE-Geräte zum Einsatz. Linux kommt mit beiden Systemen zurecht (auch gleichzeitig, wenn ein Computer sowohl IDE- als auch SCSI-Geräte enthält).

Für die Reihenfolge von IDE-Festplatten bzw. IDE-CD-ROM-Laufwerken ist die interne Verkabelung entscheidend. `/dev/hda` bezeichnet das erste Gerät (den Master) am ersten IDE-Kanal. `/dev/hdb` bezeichnet das zweite Gerät (den Slave) am ersten IDE-Kanal. `/dev/hdc` und `/dev/hdd` gelten sinngemäß für das Master- und Slave-Gerät am zweiten IDE-Kanal. Theoretisch ist es möglich, dass zwei Geräte die Device-Namen `/dev/hda` und `/dev/hdc` bekommen, `/dev/hdb` aber ungenutzt bleibt (nämlich dann, wenn die Geräte jeweils als Master am ersten und am zweiten Kanal angeschlossen sind).

Bei SCSI-Festplatten bzw. SCSI-CD-ROM-Laufwerken hängt die Reihenfolge von den ID-Nummern der Geräte ab. Löcher in der ID-Reihenfolge werden nicht berücksichtigt. Drei SCSI-Geräte mit den ID-Nummern 0, 2 und 5 bekommen also die Device-Namen `/dev/sda` bis `/dev/sdc`. Wenn nun ein Gerät mit der ID-Nummer 3 hinzugefügt wird, bekommt dieses den Namen `/dev/sdc`; das Gerät mit der ID-Nummer 5 wird jetzt als `/dev/sdd` angesprochen.

Für die Nummerierung der Partitionen gilt – unabhängig von IDE oder SCSI –, dass die Ziffern 1 bis 4 für primäre oder erweiterte Partitionen reserviert sind, die Ziffern ab 5 für logische Partitionen innerhalb der erweiterten Partitionen. Aus diesem Grund kommt es recht häufig vor, dass es in der Nummerierung Löcher gibt. (Beispielsweise bezeichnet `hda1` eine primäre, `hda2` eine erweiterte und `hda5` dann die erste logische Partition.) Die folgende Tabelle gibt einige Beispiele.

Device-Namen von Festplattenpartitionen

<code>/dev/hda</code>	die gesamte erste IDE-Platte
<code>/dev/hda1</code>	die erste primäre Partition der ersten IDE-Platte
<code>/dev/hda2</code>	die erweiterte Partition der ersten IDE-Platte
<code>/dev/hda5</code>	die erste logische Partition der ersten IDE-Platte
<code>/dev/hda8</code>	die vierte logische Partition der ersten IDE-Platte
<code>/dev/hdb</code>	die gesamte zweite IDE-Platte
<code>/dev/hdb1</code>	die erste primäre Partition der zweiten IDE-Platte
<code>/dev/sda</code>	die gesamte erste SCSI-Platte
<code>/dev/sda1</code>	die erste primäre Partition der ersten SCSI-Platte
<code>/dev/sdd3</code>	die dritte primäre Partition der vierten SCSI-Platte

Diese Device-Namen benötigen Sie übrigens nur zu Verwaltungszwecken, d. h. wenn Sie die Partitionierung einer Festplatte ändern oder eine bestimmte Partition in das Dateisystem einbinden möchten. Im normalen Betrieb greifen Sie auf das gesamte Dateisystem über Verzeichnisse zu. Dabei bezeichnet / den Start des Dateisystems. Einzelne Partitionen können darin an beliebigen Orten eingebunden werden – eine zusätzliche Linux-Partition etwa unter dem Namen /data, eine Windows-Partition beispielsweise unter dem Namen /windows/C. Einleitende Informationen zum Zugriff auf Dateien und Verzeichnisse finden Sie ab Seite 119. Noch mehr Details folgen dann in Kapitel 6 ab Seite 201.

2.4 Neupartitionierung der Festplatte unter Windows 9x/ME

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass auf Ihrem Rechner Windows 9x/ME installiert ist und die Partition die gesamte Festplatte füllt. (Windows NT/2000/XP wird im nächsten Abschnitt behandelt.) Das Ziel besteht darin, diese Partition zu verkleinern, sodass anschließend Platz für Linux-Partitionen vorhanden ist. (Das ist natürlich nur möglich, wenn die Partition nicht bereits vollständig mit Dateien gefüllt ist!)

Zur Neupartitionierung gibt es mehrere Möglichkeiten, die mehr oder weniger komfortabel sind:

- Das mit Windows mitgelieferte Werkzeug FDISK erlaubt zwar eine Veränderung der Partitionierung, nicht aber die verlustfreie Verkleinerung einer Partition. Sie müssen daher anschließend Windows neu installieren.
- Bei einigen Distributionen (zurzeit unter anderem bei SuSE und Mandrake) hilft das Linux-Installationsprogramm bei der Verkleinerung. Damit das klappt, müssen vor dem Beginn der Installation unter Windows die Programme SCANDISK und DEFRAG ausgeführt werden.
- Das auf vielen Linux-CDs vorhandene Programm FIPS ermöglicht eine verlustfreie Verkleinerung der Windows-Partition. FIPS muss vor Beginn der Linux-Installation ausgeführt werden. Das Programm ist allerdings eher kompliziert zu bedienen.
- Schließlich gibt es kommerzielle Tools (etwa PartitionMagic), die bei der Verkleinerung von Partitionen helfen. Ihr größter Vorteil besteht in der einfachen und komfortablen Steuerung, die mögliche Bedienungsfehler weitgehend ausschließt. Allerdings kosten solche Programme zum Teil mehr als eine ganze Linux-Distribution.

Tipp

Bevor Sie die Partitionierung Ihrer Festplatte ändern, sollten Sie sich natürlich überlegen, wie viel Platz Sie für Windows und Linux reservieren möchten. Wenn Sie eine sehr große Festplatte besitzen und vorerst mehr Platz haben, als Sie in nächster Zeit für Windows und Linux zusammen benötigen, sollten Sie sich eher für kleinere Partitionen entscheiden. Zwar ist es hinterher unmöglich, eine Partition zu vergrößern, es ist aber recht einfach, eine zusätzliche Partition – egal, ob nun für Windows oder für Linux – einzurichten. Sobald aber einmal die gesamte Festplatte mit Partitionen gefüllt ist, verlieren Sie diese Flexibilität.

Aktuelle Partitionierung feststellen

Der erste Schritt sollte darin bestehen, die aktuelle Partitionierung festzustellen. Die einfachste Methode besteht darin, unter Windows im Explorer das Laufwerk C: mit der rechten Maustaste auszuwählen und das Kommando **EIGENSCHAFTEN** anzuklicken. In einem Dialog wird nun die Größe der Partition angezeigt. Wenn diese näherungsweise der Festplattengröße entspricht, dann gibt es eine einzige große Partition, die die gesamte Festplatte füllt.

Wenn Sie vermuten, dass es mehrere Partitionen gibt, starten Sie mit **START|KOMMANDO-EINGABE** den Kommandointerpreter und führen dort das Programm **FDISK** aus. Das Kommando **(4)** zeigt eine Liste aller für Windows erkennbaren Partitionen an. (Eventuell vorhandene Linux-Distributionen werden übrigens ignoriert.)

Partitionierung mit FDISK ändern

Das eben erwähnte Programm **FDISK** kann auch dazu verwendet werden, um die Partitionierung der Festplatte zu ändern. Es gibt zwar kein eigenes Kommando, um eine Partition zu verkleinern, aber Sie können die Partition löschen und anschließend neu (und kleiner) anlegen.

Diese Vorgehensweise ist allerdings nicht zu empfehlen! Erstens verlieren Sie bei einer derartigen Operation alle Daten! Sie müssen also anschließend Windows und alle dort installierten Programme neu aufspielen. Zweitens sollten Sie mit **FDISK** generell nur Partitionen verändern, die momentan nicht in Verwendung sind. Dazu müssen Sie den Rechner mit einer Notfalldiskette starten und **FDISK** von dort ausführen.

Verkleinerung einer Partition durch das Linux-Installationsprogramm

Manche Linux-Distributionen bieten während der Installationsphase die Möglichkeit an, eine vorhandene Windows-Partition zu verkleinern. Mandrake verwendet dazu die Eigenentwicklung **DiskDrake**, SuSE greift bei der als Windows-Resizer bezeichneten

Funktion auf das Programm `parted` zurück. Die Bedienung der Programme ist in beiden Fällen einfach.

Damit die Verkleinerung der Windows-Partition erfolgreich ist, müssen Sie vor der Linux-Installation Windows starten und dort die Festplatte defragmentieren. Dadurch werden die Dateien im vorderen Teil der Partition gleichsam zusammengeschoben. (Das bewirkt auch, dass der Zugriff auf diese Dateien in Zukunft schneller erfolgt, weil der Lesekopf der Festplatte weniger bewegt werden muss. Zu einer Fragmentierung der Festplatte kommt es im normalen Betrieb, wo bei Lösch- und Änderungsoperationen die Dateien allmählich über die gesamte Festplatte verteilt werden.)

Die Defragmentierung ist notwendig, weil die Programme zur Partitionsverkleinerung den hinteren Teil der Partition nur dann gleichsam abschneiden können, wenn dieser frei von Dateien ist. Vor dem Defragmentieren sollten Sie die Partition auf Fehler untersuchen (z. B. mit `CHKDSK` oder `SCANDISK`) und eventuell vorhandene Sektoren, die keiner Datei mehr zugeordnet sind, löschen.

Die verkleinerte primäre Partition kann auf keinen Fall kleiner werden als die darauf gespeicherten Daten (ist ja klar, oder?). In vielen Fällen wird die Partition sogar etwas größer ausfallen, nämlich dann, wenn beim Defragmentieren nicht verschiebbare Dateien übrig bleiben.

Zum Defragmentieren steht das Programm `DEFRAG` zur Verfügung. Sie können dieses Programm auch im Explorer starten: Klicken Sie das Symbol der Festplatte mit der rechten Maustaste an, wählen Sie den Kontextmenüeintrag `EIGENSCHAFTEN`, das Dialogblatt `EXTRAS`, und wählen Sie im nun erscheinenden Dialog den Button `JETZT OPTIMIEREN`.

Das Problem bei der Anwendung der Defragmentierprogramme besteht darin, dass sie manche Systemdateien als nicht verschiebbar betrachten. Wenn Sie Pech haben und eine nicht verschiebbare Datei im hinteren Bereich der Partition liegt, gelingt die Verkleinerung der Partition nicht im vollen Ausmaß.

Welche Dateien unter Windows 9x/ME als nicht verschiebbar gelten, ist leider nicht bekannt. (Auf meinem Rechner mit einer alten Windows-95-Installation hätte eine solche Datei die Anwendung von `FIPS` weitgehend sinnlos gemacht. Eine nicht verschiebbare Datei befand sich in den letzten fünf Prozent einer zur Hälfte freien Partition. Es war nicht festzustellen, welche Datei schuld war. Unter Umständen können Sie aber mit Defragmentierprogrammen anderer Hersteller – z. B. mit dem Programm `Speed Disk` der Norton Utilities – bessere Ergebnisse erzielen.)

Wenn die Ergebnisse der Defragmentierung enttäuschend ausfallen, können Sie versuchen, DEFRAG mit den folgenden Optionen aufzurufen:

```
DEFRAG C: /p /f /h
```

Hilft auch das nicht, können Sie die Festplatte nach nicht verschiebbaren Dateien durchsuchen und deren System- und Hidden-Attribute manuell zurücksetzen. Das DOS-Kommando ATTRIB /S *. * > datei schreibt eine Liste mit den Attributen aller Dateien der Festplatte in eine Textdatei.

TIPP

Diese Textdatei können Sie nun bequem in einem Editor lesen und anschließend bei einzelnen Dateien entweder mit ATTRIB oder im Explorer (rechte Maustaste, Kontextmenü EIGENSCHAFTEN) die System- und Hidden-Attribute ändern. Dabei ist allerdings einige Vorsicht angebracht! Verzichten Sie auf Änderungen direkt im Wurzelverzeichnis. Anschließend führen Sie das Defragmentierprogramm ein weiteres Mal aus und hoffen auf bessere Resultate.

Das SuSE-Handbuch empfiehlt schließlich, eventuell durchgeführte Optimierungen der Auslagerungsdatei aufzuheben, weil auch die Auslagerungsdatei ein mögliches Hindernis darstellen kann.

Verkleinerung einer Partition durch FIPS

Wenn Sie eine Distribution installieren, deren Installationsprogramm keine Werkzeuge zur Verkleinerung einer Windows-Partition vorsieht, finden Sie im Regelfall das Programm FIPS.EXE im Verzeichnis dosutils der Linux-CD. Mit diesem Programm können Sie in den meisten Fällen ebenfalls eine vorhandene Windows-Partition verkleinern, ohne dass dabei Daten verloren gehen. Sie finden FIPS natürlich auch im Internet:

<http://www.igd.fhg.de/~aschaeffe/fips/>

VORSICHT

Auch wenn FIPS als verhältnismäßig sicher und stabil gilt, sind Probleme natürlich nie auszuschließen. Daher ist eine Sicherung aller wichtigen Daten vor der Verwendung von FIPS unbedingt anzuraten!

Windows 95 b, 95 OEM, 98 und ME (Millenium Edition) verwenden ein neues Dateisystem (FAT32). FIPS kommt damit erst ab Version 2.0 zurecht. Stellen Sie sicher, dass Sie eine aktuelle Version verwenden!

FIPS kann nicht mit NTFS-Partitionen von Windows NT/2000/XP umgehen!

Die Funktionsweise von FIPS ist leicht zu beschreiben: Das Programm verkleinert eine vorhandene primäre Partition so weit wie möglich und legt im frei werdenden Raum eine zweite, neue primäre Partition an. Falls Sie mehrere Festplatten oder andere Partitionen besitzen, kann sich durch die neue Partition deren Laufwerksbuchstabe ändern (aus D: wird eventuell E:). Das gibt sich aber wieder, sobald Sie die neu gewonnene Partition als Linux-Partition einrichten.

FIPS teilt also eine primäre Partition in zwei kleinere primäre Partitionen. Die Teilung kann nur im freien Bereich der Partition erfolgen. (Es muss also am Ende der Partition einen Bereich geben, der nicht von irgendwelchen Dateien belegt ist). Aus diesem Grund müssen Sie die Partition vor der Anwendung von FIPS defragmentieren. Hintergründe zur Defragmentierung sowie die dazu eingesetzten Werkzeuge wurden im vorigen Abschnitt beschrieben.

FIPS kann nicht einfach von Windows aus gestartet werden. Sie benötigen eine DOS-Bootdiskette, mit der Sie den Rechner neu starten, um FIPS dann von der Diskette auszuführen. (Das ist notwendig, weil FIPS die Partition nicht im laufenden Windows-Betrieb verändern kann.)

Um eine Bootdiskette zu erstellen, legen Sie unter Windows 9x/SE eine leere Diskette ein und führen in einem Kommandoeingabefenster `FORMAT A: /s` aus. Unter Windows ME besteht diese Möglichkeit nicht mehr – erstellen Sie stattdessen in der Systemsteuerung eine so genannte Startup-Diskette. In jedem Fall kopieren Sie auf diese Diskette anschließend die Programme FIPS und RESTORRB sowie die Textdatei `error.txt`. Mit dieser Diskette starten Sie den Rechner neu.

Die Bedienung von FIPS ist dann denkbar einfach: Das Programm untersucht die Festplatte und zeigt das Ergebnis der Analyse an. Die aktuellen Partitionsinformationen (Root- und Bootsektor) können auf die Diskette kopiert werden, um im Fall von Problemen die Partition mit RESTORRB später wiederherstellen zu können.

Anschließend können Sie mit den Cursortasten \leftarrow und \rightarrow angeben, an welcher Stelle die Partition in zwei kleinere Partitionen geteilt werden soll. (Die Teilungsstelle kann natürlich nur im ungenutzten Bereich der Partition ausgewählt werden. Es ist sinnvoll, auf der zu teilenden Partition zumindest einige MByte frei zu lassen, sonst ist anschließend ein vernünftiges Arbeiten kaum mehr möglich.) Nach mehreren Sicherheitsabfragen wird die Partition schließlich tatsächlich geteilt. (Sie können das Programm jederzeit mit $\text{Strg} + \text{C}$ abbrechen, wenn Sie sich unsicher sind!)

Wenn Sie den Rechner nun neu starten, sollte Windows wie bisher funktionieren. Allerdings sollte der freie Speicherplatz jetzt deutlich geringer sein. Dafür besitzen Sie eine neue leere Partition. Wenn Sie die Partition unter Windows nutzen möchten, müssen Sie sie dazu mit `FORMAT` formatieren. Höchstwahrscheinlich möchten Sie die Partition aber unter Linux verwenden: Dazu starten Sie das Programm `FDISK` und löschen die neue Partition. (Während der Installation von Linux werden Sie in diesem nun wirklich freien Bereich der Festplatte dann eine neue Linux-Partition anlegen.)

Einsatz kommerzieller Partitionierungs-Tools

Erheblich mehr Komfort als das kostenlose FIPS bieten kommerzielle (aber leider auch recht teure) Werkzeuge. Am bekanntesten ist das Programm PartitionMagic von Powerquest (<http://www.powerquest.com>). Sie werden im Internet aber auch eine Reihe anderer Produkte finden. (Suchen Sie mit www.google.com nach Begriffen wie Partition, Wizard, Windows etc.)

2.5 Neupartitionierung der Festplatte unter Windows NT/2000/XP

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass auf Ihrem Rechner Windows NT/2000/XP in einer Partition mit einem NTFS-Dateisystem installiert ist und die Partition die gesamte Festplatte füllt. Das Ziel besteht darin, diese Partition zu verkleinern, sodass anschließend Platz für Linux-Partitionen ist.

Aktuelle Partitionierung feststellen

Während sich Benutzer von Windows 9x/ME noch immer mit dem steinzeitlichen Programm FDISK ärgern müssen, hat Microsoft die Windows-Versionen NT/2000/XP mit einem ansprechenden Disk-Manager ausgestattet, der über die Systemsteuerung oder das Administrationsmenü gestartet werden kann (natürlich bei jeder Windows-Version ein wenig anders).

Abbildung 2.2 zeigt dieses Programm in der mit Windows 2000 mitgelieferten Version. Auf den beiden Festplatten befinden sich jeweils eine ganze Menge Partitionen. Partitionen, bei denen das Programm kein Dateisystem angibt, sind für Windows unbekannte Partitionen (z. B. Linux-Partitionen). Im Regelfall wird der Disk-Manager freilich nicht eine derartige Fülle von Partitionen wie auf meinem Testrechner anzeigen, sondern eine einzige große Partition.

Partitionierung mit dem Disk-Manager ändern

Mit dem Disk-Manager können Sie Partitionen löschen und neu anlegen. Es ist allerdings nicht möglich, eine vorhandene, nicht volle Partition zu verkleinern. Der einzige Weg, eine NTFS-Partition ohne Zusatzsoftware zu verkleinern, führt also zu einem vollständigen Datenverlust und zu einer Neuinstallation von Windows NT/2000/XP. (Wenn Sie sich ohnedies für diesen Weg entscheiden, brauchen Sie die Partitionen übrigens nicht mit dem Disk-Manager im noch laufenden System zu ändern. Sie können diese Operation auch im Windows-NT/2000/XP-Installationsprogramm durchführen.)

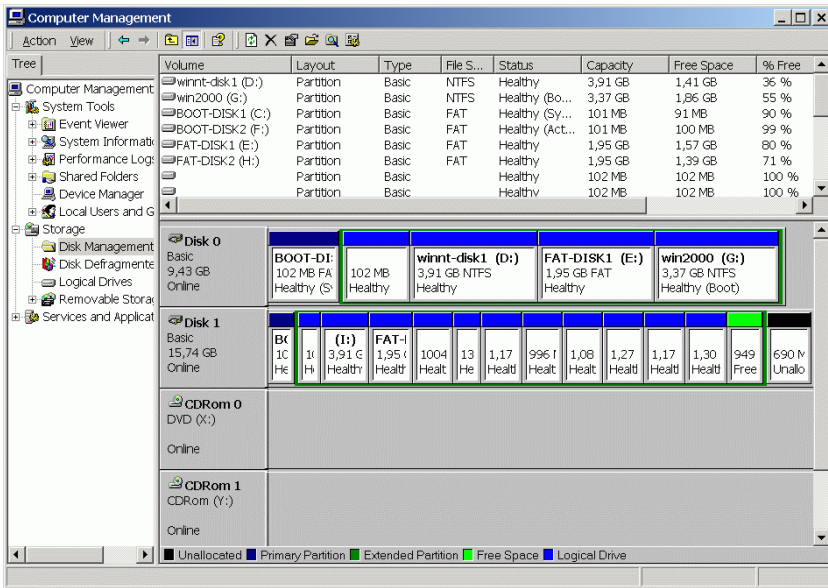


Abbildung 2.2: Der Disk-Manager von Windows 2000 mit zahlreichen Partitionen

TIPP

Falls Sie Windows NT/2000/XP neu installieren und bei dieser Gelegenheit die Partitionierung der ganzen Festplatte ändern, halten Sie sich am besten an die auf Seite 63 gegebene Empfehlung zur Aufteilung der Partitionen.

Einsatz kommerzieller Partitionierungs-Tools

Während der Einsatz kommerzieller Tools bei Windows 9x/ME eher eine Frage der Bequemlichkeit ist, stellt er bei Windows NT/2000/XP zurzeit den einzigen Weg dar, eine vorhandene Partition zu verkleinern. Es gibt momentan keine kostenlos verfügbaren Werkzeuge zur Verkleinerung von NTFS-Partitionen. Daher folgt an dieser Stelle nochmals der Hinweis auf das Programm PartitionMagic (siehe <http://www.powerquest.com>). Ähnliche Werkzeuge finden Sie, wenn Sie mit www.google.com nach Begriffen wie Partition, Wizard, Windows etc. suchen.

2.6 Start der Linux-Installation

Damit sind die Vorarbeiten abgeschlossen. Ab jetzt wird vorausgesetzt, dass auf Ihrem Rechner ausreichend Platz für eine oder mehrere Linux-Partitionen ist bzw. dass Sie Ihre Windows-9x/ME-Partition defragmentiert haben, damit ein in das Linux-Installationsprogramm integriertes Partitionsverkleinerungsprogramm funktioniert.

Die Linux-Installation erfolgt nun unter Zuhilfenahme eines minimalen Linux-Systems, das aus dem so genannten Kernel und dem eigentlichen Installationsprogramm besteht. (Der Kernel ist unter anderem für die Kommunikation mit der Hardware zuständig, also für den Zugriff auf die Festplatte, für die Ansteuerung der Grafikkarte, die Abfrage der Tastatur etc.)

Sie beginnen die Installation damit, dass Sie die Installations-CD oder -DVD in Ihr CD-ROM-Laufwerk legen und den Rechner neu starten. Statt des üblichen Starts Ihres bereits installierten Betriebssystems sollte nun das Linux-Installationsprogramm direkt von der CD starten. Sollte dies nicht gelingen, kann dies mehrere Gründe haben:

- Ihr BIOS ist so konfiguriert, dass ein Booten von einer CD-ROM nicht möglich ist. (Das ist die bei weitem häufigste Ursache).

Das BIOS steuert auf unterster Ebene Ihren Rechner. Diverse Konfigurationsdaten werden in einem kleinen BIOS-RAM gespeichert. Dieser Speicher ist durch eine Batterie gepuffert und bleibt daher auch nach dem Ausschalten erhalten.

Um die BIOS-Einstellungen zu ändern, müssen Sie unmittelbar nach dem Einschalten des Rechners eine Taste drücken (häufig **Entf** oder **F1**). Wie Sie in das BIOS-Menü gelangen bzw. wie die Veränderung des BIOS im Detail erfolgt, hängt von Ihrem Mainboard ab und kann daher hier nicht beschrieben werden. Informationen darüber finden Sie im Handbuch zu Ihrem Rechner (genau genommen: zum Mainboard). Beachten Sie, dass während der BIOS-Einstellung meist das amerikanische Tastaturlayout vorausgesetzt wird. Unter anderem sind **Y** und **Z** vertauscht!

- Falls Sie ein SCSI-CD-ROM-Laufwerk verwenden, müssen Sie eine äquivalente Einstellung, die das Booten von der CD erlaubt, unter Umständen im BIOS der SCSI-Karte einstellen. In das Konfigurationsmenü gelangen Sie etwas später, wenn am Bildschirm eine Erkennungsmeldung für die SCSI-Karte erscheint. Das erforderliche Tastenkürzel hängt von der SCSI-Karte ab. (Bei vielen Adaptec-SCSI-Karten ist **Strg**+**A** gebräuchlich.)
- Einige sehr alte Rechner erlauben gar kein Booten von einer CD. In solchen Fällen müssen Sie eine Bootdiskette verwenden. Auf dieser Diskette befindet sich der Beginn des Installationsprogramms, der unter anderem den Zugriff auf das CD-ROM-Laufwerk ermöglicht. Von dort wird dann das restliche Installationsprogramm geladen.

Wenn mit Ihrer Distribution keine Bootdiskette mitgeliefert worden ist, finden Sie auf Seite 91 Tipps, wie Sie eine derartige Diskette selbst erstellen können.

HINWEIS

Auch wenn in diesem Buch immer von einer Installations-CD bzw. von CD-ROM-Laufwerken die Rede ist, gelten diese Informationen unverändert auch für DVDs bzw. DVD-Laufwerke!

Fast alle gängigen Distributionen verwenden ein grafisches Installationsprogramm. Damit dies ausgeführt werden kann, sind ausreichend RAM und eine VGA-kompatible Grafikkarte erforderlich. Auf modernen PCs sind diese Voraussetzungen fast immer erfüllt;



bei älteren Modellen ist dies jedoch nicht so sicher. Daher können die meisten Distributionen auch im Textmodus installiert werden. Die Verwendung des Textmodus empfiehlt sich zumeist auch dann, wenn es Probleme bei der Hardware-Erkennung gibt. Wie Sie während des Installationsstarts den Text- statt des Grafikmodus auswählen, hängt von der jeweiligen Distribution ab. (Für einige Distributionen ist dies im Anhang beschrieben.)




Kernel-Meldungen: Bei den meisten Distributionen werden unmittelbar nach dem Start eine Menge Kernel-Meldungen angezeigt (siehe auch Seite 371). Sie können diese getrost ignorieren. Nur wenn das Installationsprogramm während dieser Phase hängen bleibt, lassen die Kernel-Meldungen unter Umständen einen Rückschluss darauf zu, was die Ursache des Problems sein könnte.

Erste Einstellungen: Die ersten Einstellungen im Installationsprogramm betreffen die Auswahl der Installationssprache, der Tastatur und eventuell der Maus. Manche Installationsprogramme unterscheiden auch zwischen verschiedenen Installationsmodi (für Einsteiger, für Experten etc.), die sich vor allem dadurch unterscheiden, welche Möglichkeiten es gibt, die Installation wirklich an Ihre Anforderungen anzupassen.

Tastaturauswahl: Viele Konfigurationsprogramme geben mehrere Tastaturen zur Auswahl an, wobei als Entscheidungskriterium die Zahl der Tasten gilt. Da Sie wahrscheinlich keine Lust zum Tastenzählen haben, kurz einige Tipps:

Englische Tastatur ohne Windows-Tasten: 101 Tasten
Internationale Tastatur ohne Windows-Tasten: 102 Tasten
Englische Tastatur mit Windows-Tasten: 104 Tasten
Internationale Tastatur mit Windows-Tasten: 105 Tasten

Außerdem können Sie bei manchen Distributionen so genannte *dead keys* wahlweise aktivieren oder deaktivieren. Mit diesen Tasten sind beispielsweise  und  gemeint. (De)aktiviert werden nicht die Tasten an sich, sondern das Zusammensetzen von Buchstaben mit diesen Tasten.

Die Aktivierung der *dead keys* bedeutet, dass Sie beispielsweise den Buchstaben Ç in der Form ,  eingeben können. Wenn Sie die den *dead keys* zugeordneten Buchstaben selbst eingeben möchten, müssen Sie die betreffende Taste und danach die Leerzeichentaste drücken (also , Leertaste) für ~).

Die Deaktivierung der *dead keys* bewirkt, dass Sie keine ausländischen Sonderzeichen zusammensetzen können. Dafür ist jetzt die Eingabe der den *dead keys* zugeordneten Zeichen einfacher, weil das betreffende Zeichen sofort erscheint. Wenn Sie keine ausländischen Sonderzeichen eingeben möchten, ist die Deaktivierung also sinnvoller. (Insbesondere das Zeichen ~ wird unter Linux relativ häufig benötigt.)

Mausauswahl: Im Regelfall wird die Maus automatisch erkannt. Klappt das nicht, müssen Sie aus einer Liste Ihr Modell (oder ein dazu kompatibles) auswählen.

Falls Sie eine Maus mit nur zwei Tasten und ohne drückbares Rad besitzen, sollten Sie die Option `EMULATE 3 BUTTONS` auswählen. Damit erreichen Sie, dass Sie die fehlende Maustaste durch das gleichzeitige Drücken beider Tasten simulieren können.

Bootkernel-Internia

Der Kernel muss beim Start Ihre Hardware erkennen. Es werden zwar nicht alle Hardware-Komponenten benötigt – die Soundkarte spielt für die Installation beispielsweise keine Rolle – aber zumindest der Zugriff auf die Festplatten (auch bei SCSI-Systemen), auf das CD-ROM-Laufwerk oder auf die Netzwerkkarte muss funktionieren. Nun gibt es leider Dutzende SCSI-Karten und vermutlich Hunderte von Netzwerkkarten, die zueinander größtenteils inkompatibel sind.


Aus diesem Grund wird vorerst ein Minimal-Kernel geladen, der nicht viel mehr als IDE-Festplatten erkennt. Alle weiteren Hardware-Komponenten werden durch so genannte Module unterstützt. Das Installationsprogramm versucht selbstständig, die richtigen Module zu aktivieren – und bei den meisten PC-Konfigurationen klappt das tatsächlich automatisch. Nur wenn das nicht der Fall ist, ist es Ihre Aufgabe, die erforderlichen Informationen (natürlich menügesteuert) anzugeben. Einige Installationsprogramme erlauben die Eingabe derartiger Zusatzinformationen nur, wenn Sie die Installation in einem speziellen Modus für Experten bzw. fortgeschrittene Computer-Anwender durchführen.

2.7 Partitionierung der Festplatte unter Linux

Einer der wichtigsten Schritte während der Linux-Installation ist das Anlegen neuer Linux-Partitionen. (Aus diesem Grund wurde ja vorher die Windows-Partition verkleinert, um Platz für Linux-Partitionen zu schaffen. Nur wenn Sie auf einem Rechner schon Linux installiert hatten, können Sie eventuell auch eine schon vorhandene Partition auswählen, ohne die Partitionierung ändern zu müssen.)

Alle gängigen Distributionen bieten mittlerweile zur Partitionierung der Festplatte einfach zu bedienende grafische Werkzeuge an. Im Detail wird die Bedienung einiger dieser Werkzeuge im Anhang beschrieben.

An dieser Stelle geht es allerdings weniger um Besonderheiten der Bedienung, sondern um grundsätzlichere Fragen: Wie viele Partitionen sollen Sie für Linux einrichten? In welcher Größe? Welche Auswirkungen hat dies auf die Geschwindigkeit, auf die spätere Wartung und auf eine eventuelle Neuinstallation einer anderen oder aktualisierten Linux-Distribution?

Einige Distributionen bieten an, die Festplatte ohne weitere Rückfragen selbst zu partitionieren. Dadurch gelangen Sie aber selten zu optimalen Lösungen. Außerdem löschen manche Distribution (Red Hat!) bei manchen Installationsmodi schon vorhandene Partitionen. (Damit verlieren Sie alle dort gespeicherten Daten!) Drücken Sie während der Installation also nicht blind auf , sondern lesen Sie sich durch, welche Bedeutung die diversen Installationsoptionen haben!

Gleichsam der Urvater aller Linux-Partitionierprogramme ist das Programm `fdisk`. Obwohl dieses schwierig zu bedienende Programm bei fast allen Distributionen durch grafische Tools mit einfacher Bedienung ersetzt wurde, eignet es sich recht gut, um einem laufenden System eine Partition hinzuzufügen oder ähnliche administrative Aufgaben zu lösen. Das Programm kann aber auch während der Installation eingesetzt werden, falls die grafischen Werkzeuge aus irgendeinem Grund versagen sollten. Das Programm wird auf Seite 255 beschrieben.

Anzahl und Größe von Linux-Partitionen

Immer wieder wird mir die Frage gestellt, wie eine Festplatte mit n GByte am besten in Partitionen zerlegt werden soll. Leider gibt es darauf keine allgemein gültige Antwort. Dieser Abschnitt soll Ihnen aber zumindest ein paar Faustregeln für die richtige Anzahl und Größe von Partitionen vermitteln.

Möglicherweise überrascht Sie der Umstand, dass hier fast selbstverständlich von mehreren Partitionen die Rede ist. Wenn für Windows eine Partition ausreicht, sollte dies wohl auch für Linux gelten. Tatsächlich ist es so, dass Sie Linux mit einer einzigen Partition betreiben können – aber eben nicht optimal. Vielmehr bietet es sich an, den Platz auf die im Folgenden beschriebenen Partitionen zu verteilen.

Systempartition: Die Systempartition ist die einzige Partition, die Sie unbedingt benötigen. Sie wird das Linux-System mit all seinen Programmen aufnehmen. Diese Partition bekommt immer den Namen `/`. Dabei handelt es sich genau genommen um den Punkt, an dem die Partition in das Dateisystem eingebunden wird (den `mount`-Punkt). Wenn das System also einmal läuft, sprechen Sie diese Partition mit dem Pfad `/` an. (`/` bezeichnet die Wurzel, also den Anfang des Dateisystems. Aus diesem Grund wird die Systempartition oft auch als Root-Partition bezeichnet.)

Eine vernünftige Größe für die Installation und den Betrieb einer gängigen Distribution (Red Hat, SuSE etc.) sind zwei bis drei GByte. Wenn Sie vorhaben, viele Programme auszuprobieren, selbst Programme zu kompilieren bzw. zu entwickeln etc., dürfen es durchaus auch ein, zwei GByte mehr sein. Umgekehrt gelingt eine Minimalinstallation ohne X Window System, KDE, Gnome etc. zur Not auch mit ca. 100 MByte. (Beispielsweise läuft bei mir zu Hause ein kleines Firewall-System auf einem 486er PC auf der Basis von SuSE 6.3. Der Rechner dient auch als ADSL-Router und DHCP-/DNS-Server. Auf der Festplatte werden dazu ca. 160 MByte belegt.)

Datenpartition: Wenn Sie etwas längerfristig denken, ist eine Aufteilung auf zumindest zwei Partitionen – eine System- und eine Datenpartition – vernünftiger. Der Grund: Sie können dann später problemlos eine neue oder andere Distribution in die Systempartition installieren, ohne die davon getrennte Datenpartition mit Ihren eigenen Daten zu gefährden. Bei der Datenpartition wird üblicherweise /home als Name (mount-Punkt) verwendet. Es ist nicht möglich, eine Empfehlung für die Größe der Datenpartition zu geben – das hängt zu sehr davon ab, welche Aufgaben Sie mit Ihrem Linux-System erledigen möchten.

Weitere Datenpartitionen: Die Aufteilung der Festplatte in Partitionen lässt sich noch viel weiter treiben. Das setzt allerdings einiges an Systemkenntnis voraus und ist nur sinnvoll, wenn Linux als Netzwerk-Server für ein größeres System verwendet werden soll. Wenn Sie den Rechner beispielsweise als News-Server verwenden möchten, ist es sinnvoll, eine eigene Partition anzulegen, die speziell für die Speicherung kleiner Dateien optimiert ist (entweder durch die Verwendung eines ext2-Dateisystems mit einer höheren I-Node-Dichte als üblich oder durch den Einsatz des reiserfs-Dateisystems).

Sofern auf Ihrer Festplatte noch unpartitionierter Platz frei ist, stellt es kein Problem dar, ein laufendes System um weitere Partitionen zu erweitern und gegebenenfalls Daten von einer vorhandenen Partition in eine neue zu verschieben. Wenn Sie also unsicher sind, warten Sie mit der Partitionierung vorerst einfach noch ein wenig ab, und lassen Sie einen Teil der Festplatte ohne Partitionen.

Es ist übrigens auch möglich, mehrere Linux-Distributionen gleichzeitig zu installieren. (Auf meinen Rechnern ist das der Regelfall.) Dazu benötigen Sie für jede Distribution eine eigene Systempartition. Die restlichen Partitionen können gemeinsam genutzt werden. Wenn Sie das System richtig konfigurieren, können Sie dann beim Rechnerstart zwischen Windows und mehreren Linux-Distributionen wählen.

Swap-Partition: Die Swap-Partition ist das Gegenstück zur Auslagerungsdatei von Windows: Wenn Linux zu wenig RAM hat, lagert es Teile des gerade nicht benötigten RAM-Inhalts dorthin aus. Die Verwendung einer eigenen Partition (statt wie unter Windows einer gewöhnlichen Datei) hat vor allem Geschwindigkeitsvorteile. Linux kann zwar ebenfalls so konfiguriert werden, dass es statt einer Swap-Partition eine Swap-Datei verwendet, das ist aber unüblich und langsam.

Im Gegensatz zu den anderen Partitionen bekommt die Swap-Partition keinen Namen (keinen mount-Punkt). Der Grund: Aus Effizienzgründen wird die Swap-Partition direkt angesprochen (und nicht über den Umweg über ein Dateisystem).

Wenn Sie viel RAM haben, können Sie auch in Erwägung ziehen, ganz auf die Swap-Partition zu verzichten. Das ist aber nicht empfehlenswert: Wenn Linux – etwa wegen eines außer Kontrolle geratenen Programms – kein RAM mehr findet, muss es laufende Prozesse (Programme) beenden. Welche Prozesse beendet werden, ist nicht vorhersehbar und kann daher unangenehme Konsequenzen haben (im ungünstigsten Fall bis hin zum Absturz). Wenn hingegen eine Swap-Partition existiert, wird Linux auf Grund der RAM-Auslagerung immer langsamer. Das ist zwar ebenfalls lästig, gibt Ihnen aber die Chance, dem Problem noch rechtzeitig auf den Grund zu gehen und das fehlerhafte Programm ge-

zielt zu beenden. Die Swap-Partition dient so gewissermaßen nicht nur als RAM-Reserve, sondern auch als eine Art automatische Notbremse.

Eine Richtgröße für die Swap-Partition ist für die aktuelle Kernel-Version 2.4 ca. das Zweifache der Größe Ihres RAMs. Wenn Sie also 256 MByte RAM besitzen, sollten Sie die Swap-Partition mit etwa 512 MByte einrichten. (Eine größere Swap-Partition ist zwar möglich, aber für die meisten Anwendungsfälle nicht mehr sinnvoll. Wenn Ihre Anwendungen tatsächlich so viel Speicher benötigen, ist Linux nur noch mit der Übertragung von Seiten zwischen der Swap-Partition und dem RAM beschäftigt und praktisch nicht mehr bedienbar. Abhilfe schafft hier nicht eine größere Swap-Partition, sondern mehr RAM.)

VORSICHT

Falls Sie Linux auf einem alten Rechner installieren (Mainboard vor ca. 1998), kann es unter Umständen Probleme beim Booten von Linux geben. Diese Probleme werden üblicherweise mit dem Schlagwort 1024-Zylinder-Limit beschrieben. Die einfachste Abhilfe besteht darin, eine zusätzliche **Bootpartition** unterhalb dieses Limits einzurichten. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie ab Seite 101.

Fazit: Bei jeder Linux-Installation benötigen Sie eine Systempartition. Darüber hinaus ist eine Swap-Partition sehr zu empfehlen. Das Einrichten weiterer Partitionen ist optional, sehr stark von der geplanten Anwendung von Linux abhängig und letzten Endes auch eine Geschmacksfrage. Meine persönliche Empfehlung für eine Linux-Erstinstallation lautet: Swap-Partition in der Größe des RAMs, Systempartition zwei bis fünf GByte, Datenpartition nach Bedarf (mindestens ein GByte).

Empfehlung für den Heimgebrauch

/boot	Bootpartition für Kernel/LILO (ca. 10 MByte, nur bei alter Hardware erforderlich)
	Swap-Partition (ein- bis zweimal so groß wie das RAM)
/	Systempartition (ca. 2-5 GByte)
/home	Datenpartition (mindestens 1 GByte)

Welches Dateisystem?

Bis vor kurzem (d. h. bis etwa zum Jahr 2000) war die Frage nach dem Dateisystem unter Linux hinfällig: Es gab nur ein Dateisystem, das von allen gängigen Distributionen unterstützt wurde, nämlich `ext2`. Nach wie vor stellt dieses Dateisystem den De-facto-Standard dar, weist den größten Grad an Stabilität auf und ist Linux-Einsteigern nach wie vor uneingeschränkt zu empfehlen.

Immer mehr Distributionen bieten als Alternative zu `ext2` das `reiserfs`-Dateisystem an. Dabei handelt es sich um ein relativ neues Dateisystem, das gerade bei der Verwaltung kleiner Dateien etwas effizienter ist und den großen Vorteil hat, dass es nach einem Systemabsturz ohne langwierige Reparatur sofort weiterverwendet werden kann (Journaling-Funktion). Es kommt zunehmend auf Netzwerk-Servern zum Einsatz.

Für die nahe Zukunft ist zu erwarten, dass das Angebot von Linux-Dateisystemen noch deutlich größer wird. Es gibt mittlerweile drei weitere neue Dateisysteme: `ext3` als Nachfolger von `ext2`, `xfs` von SGI und `jfs` von IBM. Alle drei Dateisysteme zeichnen sich wie `reiserfs` durch Journaling-Funktionen aus.

HINWEIS

In der Swap-Partition wird *kein* richtiges Dateisystem eingerichtet! Die Partition muss vor der ersten Verwendung aber dennoch formatiert werden (mit `mkswap`). Alle verbreiteten Linux-Distributionen kümmern sich automatisch darum.

Optimierungstipps

Sowohl aus Geschwindigkeits- als auch aus Sicherheitsgründen ist es optimal, die Linux-Partitionen auf unterschiedlichen Festplatten zu installieren (falls Sie glücklicher Besitzer mehrerer Festplatten sind). Auf diese Weise kann insbesondere ein ständiges Hin- und Herfahren des Lesekopfs einer Festplatte zwischen den physikalisch auf einer Platte oft weit voneinander entfernten Partitionen vermieden werden. Die gilt in besonderem Maße für die Swap-Partition.

Bei vielen Festplatten ist der Zugriff auf den vorderen (äußeren) Teil der Platte deutlich schneller als auf den hinteren Teil. Da die Festplatte von außen nach innen gefüllt wird und die Swap-Partition bei wenig RAM den größten Einfluss auf die Geschwindigkeit des Systems hat, sollten Sie die Swap-Partition vor den anderen Partitionen platzieren.

Eine letzte Anmerkung: SCSI-Platten können in maximal 15 Partitionen zerlegt werden. Bei einer ungünstigen (aber häufig vorkommenden) Aufteilung der Platte in eine primäre und eine erweiterte Partition für die logischen Partitionen reduziert sich die Zahl der nutzbaren Datenpartitionen auf zwölf (eine primäre und maximal elf logische Partitionen). Bei sehr großen Platten hat es also keinen Sinn, unzählige kleine Partitionen anzulegen. (Bei IDE-Platten sind übrigens bis zu 63 Partitionen erlaubt. Der Grund für die recht bescheidene Anzahl der SCSI-Partitionen besteht darin, dass Sie unter Linux auf bis zu 16 SCSI-Platten gleichzeitig zugreifen können, insgesamt also auf weit über 200 Partitionen.)

VERWEIS

Weitere Optimierungstipps, die sich vor allem an fortgeschrittene Linux-Anwender richten, finden Sie in Kapitel 6. Dort werden unter anderem das Einrichten eines RAID-Systems, die Nutzung des DMA-Modus und die Anwendung des `reiserfs`-Dateisystems beschrieben.

2.8 Paketauswahl

Ein wichtiger Teil der Installation ist die Auswahl des Installationsumfangs. Es ist selten sinnvoll, einfach alles zu installieren:

- Der riesige Umfang der verfügbaren Software-Pakete überfordert gerade Einsteiger. Erheblich übersichtlicher ist es, vorerst nur eine Grundinstallation durchzuführen und die benötigten Zusatzprogramme später bei Bedarf nachzuinstallieren. (Das ist problemlos möglich.)
- Es gibt Programme, die sich gegenseitig im Weg sind. So können Sie beispielsweise auf einem Rechner nicht zwei E-Mail-Server gleichzeitig betreiben. Sie müssen sich für `sendmail` oder `qmail` oder vielleicht ein anderes Programm entscheiden.
- Wenn Sie vorhaben, den Rechner als Netzwerk-Server einzusetzen, vergrößert jedes installierte Programm die potenziellen Sicherheitsrisiken. Hier gilt wirklich: Weniger ist mehr!

Die Auswahl der Software-Pakete erfolgt bei jeder Distribution anders (zumeist in vor-konfigurierten Gruppen). Für einige Distributionen finden Sie im Anhang konkretere Installationstipps.

2.9 Grundkonfiguration

Etwas verwirrend ist in manchen Fällen die vom Installationsprogramm anschließend durchgeführte Konfiguration des Systems. Fallweise werden Sie dabei nach Details gefragt, die Sie vielleicht noch nicht kennen oder abschätzen können. (Die folgenden Konfigurationspunkte werden je nach Distribution unter Umständen in einer anderen Reihenfolge präsentiert.)

TIPP

Verschieben Sie Ihnen unverständliche Installationsschritte auf später! Bei fast allen Distributionen können Sie entweder das Installationsprogramm selbst oder vergleichbare Werkzeuge auch im laufenden Betrieb von Linux ausführen, um notwendige Konfigurationsschritte nachträglich durchzuführen bzw. zu verändern. Generell lohnt es sich nicht, allzu viel Arbeit an einem System durchzuführen, bevor sichergestellt ist, dass sich dieses überhaupt starten lässt.

Root-Passwort, Benutzerverwaltung: Unter Linux ist für die Systemverwaltung der Benutzer `root` vorgesehen. (Unter Windows NT/2000/XP hat der Benutzer `administrator` eine ähnliche Funktion wie `root` unter Linux.) Dieser Benutzer hat uneingeschränkte Rechte, aber natürlich ist damit auch das Schadenspotenzial uneingeschränkt. Es ist daher unbedingt erforderlich, dass der Zugang zu `root` mit einem Passwort abgesichert wird.

Es ist unter Linux unüblich, als `root` zu arbeiten (außer natürlich bei der Durchführung administrativer Aufgaben). Wenn Sie einen Brief schreiben, ein Programm kompilieren

oder im Internet surfen möchten, melden Sie sich stattdessen als gewöhnlicher Benutzer an. Bereits während der Installation haben Sie die Möglichkeit, einen oder mehrere derartige Benutzer samt Passwort einzurichten. (Selbstverständlich können Sie später im laufenden Betrieb weitere Benutzer hinzufügen, das Passwort vorhandener Benutzer verändern etc. Dennoch sollten Sie während der Installation zumindest einen Benutzer definieren, den Sie für erste Gehversuche verwenden.)

Grafikkarte, Monitor: Die meisten Installationsprogramme konfigurieren auch das für die grafische Ausgabe zuständige X Window System. Kritisch sind hier die Erkennung der Grafikkarte sowie die korrekte Angabe der Monitordaten (maximale Auflösung, maximale Bildfrequenz). Im Regelfall können Sie den für Sie optimalen Grafikmodus (Bildschirmauflösung, Farbtiefe) auswählen und gleich ausprobieren.

Im Rahmen der Grafikkonfiguration werden Sie zumeist auch gefragt, wie das System in Zukunft gestartet werden soll: Im Textmodus oder im Grafikmodus.

- **Grafikmodus:** Diese Variante ist komfortabler und eleganter. Unmittelbar nach dem Systemstart erscheint ein grafischer Login-Dialog, in dessen Folge KDE oder Gnome ausgeführt wird. (Wenn der automatische Start des Grafiksystems Probleme bereitet, sollte die Tastenkombination (Strg)+(Alt)+(F1) in eine Textkonsole führen.)
- **Textmodus:** Wenn Sie Zweifel haben, ob die Grafikkonfiguration geklappt hat, ist es sicherer, wenn Sie sich für den Textmodus entscheiden. In diesem Fall müssen Sie sich nach dem Systemstart zuerst im Textmodus einloggen und das Grafiksystem dann manuell mit dem Kommando `startx` starten.

Netzwerkconfiguration: Ganz egal, ob Sie Linux in einem lokalen Netzwerk verwenden oder nicht, werden automatisch die elementaren Netzwerkfunktionen installiert. Diese werden nämlich auch für die Linux-interne Kommunikation benötigt. (Die Netzwerkfunktionen für den lokalen Betrieb, also ohne richtiges Netzwerk, werden auch als Loopback-Netzwerk bezeichnet.)

Wenn Sie vorhaben, Ihren Rechner als Client in einem lokalen Netz einzusetzen, sollten Sie gleich die Netzwerkconfiguration durchführen. Das ist ziemlich einfach. Voraussetzung ist, dass das Installationsprogramm Ihre Netzwerkkarte erkennt (das ist der Regelfall). In der Folge werden Sie nach den folgenden Parametern gefragt:

- **Automatische Konfiguration (DHCP):** Die automatische Netzwerkconfiguration funktioniert nur, wenn sich in Ihrem Netzwerk ein so genannter der DHCP-Server befindet. (Das ist ein Rechner, der allen anderen Rechnern im Netzwerk automatisch die Netzwerkparameter sendet.) In diesem Fall reduziert sich die gesamte Netzwerkconfiguration auf dem Client (also auf Ihrem Rechner) auf das Anklicken der entsprechenden Option. (Eventuell müssen Sie noch den Rechnernamen angeben.) Fertig!

Alle weiteren Parameter sind nur relevant, wenn eine automatische Konfiguration nicht möglich ist.

- **Host- und Domain-Name:** Der Host- und der Domain-Name entsprechen unter Windows dem Rechnernamen und dem Workgroup-Namen. In einem lokalen Netz ist der

Domain-Name meist vorgegeben. Der Host-Name sollte eindeutig sein. Verwenden Sie als Host-Namen nicht `localhost`, dieser Name hat eine besondere Bedeutung!

- **IP-Adresse des Rechners:** Diese Zahl in der Form a.b.c.d (z. B. 192.168.27.35) dient zur internen Identifizierung des Rechners im Netz. Üblicherweise sind die drei ersten Zahlengruppen bereits durch das lokale Netz vorgegeben (z. B. 192.168.27); die vierte Zahl muss innerhalb des Netzes eindeutig sein.
- **Network-Maske, Network-Adresse und Broadcast-Adresse:** Die Ausdehnung eines lokalen Netzes wird durch zwei oder drei Masken ausgedrückt, die hier ganz kurz anhand eines Beispiels erläutert werden: Wenn das lokale Netz alle Nummern 192.168.27.*n* umfasst, lautet die dazugehörige Netmask 255.255.255.0 (der Regelfall für kleine, lokale Netze). Die Network-Adresse lautet 192.168.27.0. Als Broadcast-Adresse ergibt sich dann 192.168.27.255.
- **Gateway-Adresse:** Wenn es im lokalen Netz einen Rechner gibt, der für alle anderen Rechner den Internet-Zugang herstellt, dann geben Sie dessen IP-Adresse an.
- **Name-Server-Adresse:** Der so genannte Name-Server (oft auch DNS für Dynamic Name Server) ist für die Auflösung von Netzwerknamen in IP-Adressen zuständig. Der Name-Server ist also dafür verantwortlich, dass Sie in einem Webbrowser `www.yahoo.com` eingeben können und der Rechner automatisch die dazugehörige IP-Adresse ermittelt. Beim Name-Server kann es sich wahlweise um einen Rechner im lokalen Netz handeln (wenn er auch für die Auflösung lokaler Namen zuständig ist) oder um einen externen Rechner des Internet Service Providers. Wenn die Gateway- und die Nameserver-Adresse korrekt angegeben werden, ist Ihr Rechner damit bereits ans Internet angeschlossen.

TIPP

Hintergrundinformationen und Erklärungen zu den hier verwendeten Fachausdrücken finden Sie übrigens ab Seite 587, wo die Grundlagen der Netzwerkkonfiguration beschrieben sind.

ISDN-Karte, Modem, Internet: Wenn Ihr Rechner nicht Teil eines lokalen Netzes ist, wollen Sie wahrscheinlich per Modem, ISDN-Karte oder ADSL-Modem ins Internet. Dass dies innerhalb weniger Minuten gelingt, ist aber eher unwahrscheinlich. Verschieben Sie die Installation dieser Komponenten also auf später.

Drucker, Sound-Karte: Bei manchen Distributionen können Sie bereits während der Installation den Drucker, die Sound-Karte und eventuell andere Hardware-Komponenten konfigurieren. Wenn das problemlos gelingt, spricht nichts dagegen; wenn es aber Probleme gibt, verschieben Sie die Konfiguration besser auf später.

VERWEIS

Detaillierte Informationen zur Konfiguration von Linux (inklusive der wichtigsten Hardware-Komponenten) finden Sie in den Kapiteln 5 bis 13. Informationen zur Netzwerk- und Internet-Konfiguration folgen ab Kapitel 14.

2.10 Bootvorgang, LILO-Installation

Die letzte Frage ist nun noch, wie Linux in Zukunft gestartet werden soll. Dazu wird bei den meisten Distributionen das Programm LILO (Linux Loader) eingesetzt. Dieses winzige Programm kann wahlweise auf eine Bootdiskette oder direkt auf die Festplatte installiert werden.

Installation auf eine Diskette: Eine Installation auf eine Diskette bedeutet, dass sich diese Diskette bei jedem Linux-Start im Diskettenlaufwerk Ihres Rechners befinden muss. Ist das nicht der Fall, wird wie früher Windows gestartet. Der Vorteil einer Bootdiskette besteht darin, dass die Installation absolut sicher ist: Der bisher vorhandene Bootprozess Ihres alten Betriebssystems wird nicht angerührt, Sie können sich also sicher sein, dass Sie zumindest Ihr altes Betriebssystem weiterhin ohne Probleme starten können.

Der Nachteil ist natürlich auch offensichtlich: Sie müssen immer daran denken, die Bootdiskette in das Diskettenlaufwerk einzulegen bzw. aus ihm zu entfernen. Außerdem wird der Bootvorgang um ein paar Sekunden verlängert, weil Daten von einer Diskette langsamer als von einer Festplatte gelesen werden.

Zur LILO-Installation auf eine Diskette benötigen Sie während der Installation eine leere, formatierte Diskette.

HINWEIS

Der Systemstart via Bootdiskette funktioniert nur, wenn Ihr BIOS so eingestellt wird, dass ein Start von der Diskette möglich ist. Wenn die Bootdiskette beim Rechnerstart also ganz einfach ignoriert wird, dann müssen Sie die BIOS-Einstellungen verändern – siehe auch die entsprechenden Hinweise auf Seite 79.

VORSICHT

Bei manchen Distributionen wird eine Bootdiskette mitgeliefert. Diese Diskette ist allerdings nur zum Start des Installationsprogramms geeignet! Zum Start Ihres Linux-Systems benötigen Sie eine eigene, extra für diesen Zweck erstellte Diskette! Überspringen Sie also nicht den Punkt zur Erstellung einer Bootdiskette, weil Sie glauben, Sie hätten bereits eine Bootdiskette.

TIPP

Verwenden Sie als Bootdiskette möglichst eine neue, formatierte Diskette! Zwar sollte das Installationsprogramm die Diskette gegebenenfalls automatisch selbst installieren, allerdings funktioniert dies nicht immer zuverlässig. Mindestens 80 Prozent der Probleme mit Bootdisketten, die ich selbst erlebt habe, waren darauf zurückzuführen, dass die Diskette defekt war bzw. dass eine schon früher verwendete Diskette – aus welchen Gründen immer – nicht richtig formatiert werden konnte.

Installation auf eine Festplatte: Die andere Variante besteht darin, LILO in den Bootsektor der Festplatte zu installieren. (Dieser Bootsektor wird auch Master Boot Record oder kurz MBR genannt.)

Der Nachteil der MBR-Installation besteht darin, dass sie unter Umständen mit bereits installierten Betriebssystemen inkompatibel ist. Dies gilt insbesondere, wenn auf Ihrem Rechner Windows NT/2000/XP installiert ist und die erste Partition der Festplatte keine FAT-Partition ist bzw. wenn Sie SCSI-Festplatten verwenden.

TIPP

Wenn Sie sichergehen möchten, dass Sie nach der Linux-Installation Ihr altes Betriebssystem noch booten können, installieren Sie LILO in eine Bootdiskette! Wenn Sie einmal ein laufendes Linux-System besitzen und ein wenig Erfahrung gewonnen haben, können Sie LILO später immer noch auf die Festplatte installieren. Im Detail ist das ab Seite 319 beschrieben.

Die Installation von LILO auf die Festplatte ist nur dann weitgehend ungefährlich, wenn bisher als einziges Betriebssystem Windows 9x/ME installiert war und Sie mit einem modernen Rechner arbeiten.

Damit endet bei den meisten Distributionen der Installationsvorgang. Das frisch installierte System wird nun sofort gestartet. Bei einigen Distributionen ist dazu ein Rechnerneustart erforderlich, bei anderen nicht. Wenn alles klappt, finden Sie Tipps für die ersten Schritte in Linux im nächsten Kapitel.

Rechnerstart mit LILO

Wenn alles geklappt hat, sollte in Zukunft bei jedem Rechnerstart (mit Bootdiskette) ein Menü (bzw. eine Eingabeaufforderung) erscheinen, in dem Sie das gewünschte Betriebssystem auswählen können. Wenn nur eine Eingabeaufforderung erscheint und Sie nicht wissen, was Sie eintippen sollen, drücken Sie **(Tab)**. LILO zeigt dann eine Liste der Optionen an – üblicherweise `linux` und `windows`.

Das 1024-Zylinder-Limit

Das 1024-Zylinder-Limit bedeutet, dass der Linux-Start mit LILO nur dann gelingt, wenn sich alle erforderlichen Dateien unterhalb der 1024-Zylinder-Grenze befinden. Dieses Limit kommt nur dann zum Tragen, wenn Sie

- ein altes Mainboard verwenden (ca. vor 1998) oder
- eine alte Linux-Distribution installieren (vor 2001). Genau genommen kommt es nicht auf die Distribution an, sondern auf die LILO-Version. Eine LILO-Version, die dieses Limit umgeht, gibt es seit März 2000. Danach hat es aber noch eine Weile gedauert, bis alle Distributionen diese LILO-Version eingesetzt haben. Am langsamsten war Red Hat, wo es bis Version 7.2 gedauert hat, bis die LBA32-Option endlich auch während der Installation genutzt werden konnte.

Wenn Sie also eine aktuelle Linux-Distribution auf einem einigermaßen modernen Rechner installieren, sind Sie vom 1024-Zylinder-Limit nicht betroffen. Ist dies doch der Fall, finden Sie detailliertere Informationen ab Seite 98.

2.11 Installationsvarianten

Dieser Abschnitt fasst Informationen über einige Installationsformen zusammen, die in der Praxis seltener auftreten – üblicherweise dann, wenn die Installation nicht auf einem Standard-PC durchgeführt wird (sondern beispielsweise auf einem sehr alten Rechner, auf einem Notebook etc.) oder wenn Sie Linux zum Kennenlernen in eine Windows-Partition installieren möchten. Die Details hängen natürlich immer auch von der jeweiligen Distribution ab – werfen Sie also auch einen Blick in das Handbuch oder in die Online-Dokumentation.

Installationsdisketten erzeugen

Wenn mit einer Distribution keine Installationsdisketten (Bootdisketten) mitgeliefert werden und der Start von der CD-ROM nicht möglich ist, müssen Sie selbst zur Tat schreiten. Im Prinzip geht es nur darum, eine Datei von der CD-ROM auf eine leere Diskette zu kopieren. (Bei manchen Distributionen und/oder bei manchen Hardware-Konstellationen benötigen Sie zwei oder sogar noch mehr Disketten. Lesen Sie dazu die Dokumentation Ihrer Distribution.)

Zum Kopieren der so genannten Image-Dateien auf die Diskette(n) können Sie aber nicht einfach `COPY` (Windows) oder `cp` (Linux) verwenden, sondern müssen mit `RAWRITE` (Windows) oder `dd` (Linux) arbeiten! Der Grund: Bei den Image-Dateien handelt es sich nicht um eine normale Datei, sondern um ein Abbild eines ganzen Dateisystems. Dieses muss blockweise auf die Diskette kopiert werden.

Installationsdiskette unter Windows erzeugen

Das Schreiben von Bootdisketten erfolgt mit `RAWRITE.EXE`. Dieses Programm überträgt den Inhalt einer Datei Sektor für Sektor auf eine formatierte 3,5-Zoll-Diskette. Das Programm (bzw. dessen neuere Version `RAWRITE2.EXE`) befindet sich normalerweise im Verzeichnis `DOSUTILS` der Linux-CD.

Das folgende Kommando zeigt beispielhaft das Erzeugen einer Bootdiskette. Natürlich müssen Sie beim folgenden Beispiel den Laufwerksbuchstaben `Z:` für das CD-ROM-Laufwerk sowie die Pfad- und Dateinamen entsprechend Ihrer Linux-CD ändern. `>` ist der Eingabeprompt und darf nicht mit eingegeben werden.

```
> Z:\DOSUTILS\RAWRITE -f z:\images\boot.img -d a:
```

Installationsdiskette unter Linux erzeugen

Falls Sie bereits ein Linux-System besitzen, können Sie die Installationsdisketten auch dort erzeugen. Hier ist `root#` der Eingabeprompt und darf nicht mit eingegeben werden. `/mnt/cdrom` ist der Ort, an dem die CD in das Dateisystem eingebunden ist und kann je nach Distribution variieren.

```
root# dd if=/mnt/cdrom/images/boot.img of=/dev/fd0
```

Installation von der Festplatte

Eine Installation von der Festplatte ist notwendig, wenn während der Installation weder auf ein CD-ROM-Laufwerk noch auf ein lokales Netz zugegriffen werden kann. In diesem Fall müssen Sie vor Beginn der Installation alle erforderlichen Daten auf die Festplatte kopieren. (Es muss also zumindest in diesem Stadium – etwa im Betrieb unter Windows – ein CD-ROM-Laufwerk angeschlossen bzw. eine Netzverbindung vorhanden sein.) Zum Start der Installation müssen Sie im Regelfall eine Installationsdiskette verwenden (siehe oben).

Eine Installation von der Festplatte ist nur dann möglich, wenn dies von der Distribution unterstützt wird. (Das ist leider nicht bei allen Distributionen der Fall.) Der entscheidende Punkt ist, dass Sie während der Installation eine Windows-Partition der Festplatte (anstatt eines CD-ROM-Laufwerks) als Datenquelle angeben können.

Außerdem benötigen Sie ausreichend Platz auf Ihrer Festplatte – bei einigen Distributionen umfassen die Installationsdaten ja mehrere CDs!

Nachdem Sie die benötigten Daten auf die Festplatte kopiert haben, starten Sie die Installation wie bei Ihren bisherigen Versuchen. Als Installationsquelle geben Sie die Festplattenpartition an, auf der sich die kopierten Installationsdateien befinden (etwa `/dev/hda1` für die erste primäre Partition auf der ersten IDE-Festplatte). Die Linux-übliche Nomenklatur zum Ansprechen von Partitionen ist auf Seite 70 beschrieben.

HINWEIS

Red Hat Linux verlangt, dass Sie nicht die einzelnen Installationsdateien auf die Festplatte kopieren, sondern so genannte ISO-Image-Dateien. Dabei handelt es sich quasi um die Rohdaten der CD. Das Installationsprogramm spricht diese ISO-Dateien dann auch tatsächlich als virtuelle CDs an.

Der Nachteil für den Anwender besteht darin, dass sich die ISO-Dateien aus der CD nur schwer extrahieren lassen. (Falls bereits eine Linux-Distribution installiert ist, kann `dd` zu Hilfe genommen werden, aber diese Voraussetzung ist bei einer Erstinstallation natürlich nicht gegeben.) Zwar stehen die ISO-Dateien auf dem FTP-Server von Red Hat zur Verfügung, aber der Download von ca. 1,2 GByte Daten ist auch nicht für jeden problemlos möglich.

Linux über eine Netzwerkverbindung installieren

Der gemeinsame Nenner dieses Abschnitts besteht darin, dass die Installationsdaten weder von einem CD-ROM-Laufwerk noch von der lokalen Festplatte geladen werden, sondern über ein Netzwerk von einem anderen Rechner. Dabei gibt es je nach Distribution bis zu vier Varianten:

- FTP (File Transfer Protocol): Die Installationsdaten werden von einem FTP-Server gelesen. Diese Variante bietet sich vor allem an Universitäten an, wenn sich die gewünschte Linux-Distribution auf dem Server der örtlichen Universität befindet.

- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol):** Die Installationsdaten werden von einem Webserver gelesen.
- **NFS (Network File System):** Die Installationsdaten werden von einem anderen Unix- oder Linux-Rechner gelesen. Der Partnerrechner muss dazu als NFS-Server konfiguriert sein; das Verzeichnis mit den Installationsdaten muss via NFS zugänglich sein.
- **SMB (Server Message Block):** Diese Variante ist mit NFS vergleichbar, allerdings wird statt NFS das unter Windows übliche Protokoll SMB verwendet. Diese Variante wird leider kaum mehr angeboten, obwohl sie gerade für Privatanwender besonders attraktiv wäre. Fast überall findet sich ein Windows-PC mit Ethernet-Karte, dessen CD-ROM-Laufwerk als Datenquelle für eine Linux-Installation dienen könnte (beispielsweise auf einen Laptop ohne eigenes CD-ROM-Laufwerk).

Alle Varianten setzen voraus, dass Ihr Rechner mit einer Netzwerkkarte ausgestattet und korrekt verkabelt ist. Außerdem muss bereits während der Installation die Netzwerkkarte erkannt und in Betrieb genommen werden. Dabei müssen ähnliche Informationen wie bei der Netzwerkkonfiguration angegeben werden. Dies ist überblicksmäßig auf Seite 92 und im Detail ab Seite 587 beschrieben.

Darüber hinaus müssen zumeist die folgenden Zusatzinformationen angegeben werden:

- **Name oder Adresse des FTP/NFS/SMB-Servers:** Das ist der Rechner, von dem die Daten gelesen werden.
- **Mount-Punkt bzw. FTP-Verzeichnis:** Damit geben Sie den Pfad zu den Installationsdaten an (beispielsweise `/mnt/cdrom` bei einem NFS-Server).
- **User-Name und Passwort:** Diese Angaben können entfallen, wenn der FTP-/NFS-/SMB-Server jedem den Zugriff erlaubt (was jedoch selten der Fall ist).

Sobald der Zugriff auf die Installationsdaten gelingt, erfolgt die weitere Installation wie von der CD-ROM.

TIPP

Bei vielen Distributionen müssen Sie zuerst eine oder zwei Installationsdisketten erstellen, bevor Sie mit der Installation beginnen können – siehe Seite 91.

Notebook-Installation

Die Installation von Linux auf ein Notebook kann eine besondere Herausforderung darstellen – und zwar aus mehreren Gründen:

- Bei manchen Notebooks steht kein CD-ROM-Laufwerk zur Verfügung, oder es wird über nicht standardisierte Verfahren angesprochen.
- Unter Umständen können nicht zugleich ein CD-ROM-Laufwerk und ein Diskettenlaufwerk angeschlossen werden. Wird das CD-ROM-Laufwerk zur Installation verwendet, können Sie daher keine Bootdiskette erstellen. In dem Fall ist eine LILO-Installation in den MBR (Bootsektor) der Festplatte unumgänglich – mit den damit verbundenen Risiken.

- Diverse Erweiterungs-Hardware (insbesondere Netzwerkkarten) liegt zumeist in Form von PCMCIA-Karten vor. Linux unterstützt zwar viele derartige Karten, aber bei weitem nicht alle (und vor allem nicht die allerneuesten Modelle). Zudem sieht nicht jede Distribution während der Installation eine PCMCIA-Erkennung vor.
- Mousepad bzw. Trackpoint sind nicht immer vollständig kompatibel zu normalen Mäusen und werden unter Umständen vom Installationsprogramm nicht erkannt. (Die Installation sollte aber auch ohne Maus gelingen. Nach Abschluss der Installation können diese Geräte dann oft durch eine manuelle Konfiguration zum Leben erweckt werden.)
- Die Verwaltung der PCMCIA-Karten (die ja im laufenden Betrieb eingesteckt und wieder entfernt werden können) bedarf einer besonderen Unterstützung (`cardmgr`), die nicht bei allen Distributionen vorgesehen ist. (Beispielsweise sollte beim Einstecken einer PCMCIA-Netzwerkkarte automatisch eine Verbindung zum Netzwerk hergestellt werden. Diese Verbindung muss natürlich wieder beendet werden, wenn die Karte entfernt wird.) Wenn das nicht der Fall ist, steigt der Aufwand für die manuelle Nacharbeit.
- Die eingebauten Modems in Notebooks sind zumeist so genannte WinModems, die von Linux nur in wenigen Ausnahmefällen unterstützt werden (siehe Seite 633). Abhilfe schaffen Linux-kompatible PCMCIA-Modemkarten.
- Die in Notebooks eingesetzten Grafikchips werden zum Teil nur von ganz aktuellen XFree86-Versionen unterstützt.

Das Potenzial möglicher Probleme ist also groß. Ich selbst habe eine Linux-Installation nur auf einem einzigen Notebook ausprobiert (SuSE 7.2 auf IBM Thinkpad 570). Diese eine Installation von einem CD-ROM-Laufwerk verlief verblüffend problemlos. Lassen Sie sich also nicht von den möglichen Installationshürden abschrecken.

Einzig die Herstellung einer Netzwerkverbindung war mühsam. Zwei unterschiedliche 10/100-MBit-Ethernet-Karten (PCMCIA) waren auch mit viel Mühe nicht zum Laufen zu bringen. Erfolg brachte erst eine dritte, NE2000-kompatible 10-MBit-Karte, die sofort beim Einstecken erkannt und aktiviert wurde – sozusagen Plug&Play wie aus dem Bilderbuch. (Selbstredend funktioniert genau diese Karte nicht mit Windows 2000, sondern nur mit Windows 95, das aber nicht auf dem Notebook installiert ist. Jetzt habe ich also zwei PCMCIA-Karten, je nach Betriebssystem. Bestehen Sie beim Kauf solcher Karten auf einem Rückgabe- oder Umtauschrecht!)

Ein fast unerschöpfliches Angebot an Informationen zum Thema Linux und Notebooks samt Links zu den verwandten Themen PCMCIA, WinModems etc. finden Sie im Internet (siehe Seite 44). Lesen Sie diese Seiten möglichst schon, bevor Sie sich Ihr Notebook kaufen! Achten Sie auch bei der Auswahl Ihrer Distribution darauf, dass Notebook-Installationen unterstützt werden. Das ist am ehesten bei den schon lange erprobten, weit verbreiteten Distributionen der Fall (Debian, Red Hat, SuSE etc.).

UMSDOS- oder Windows-Installation

Dieses Kapitel ist bereits sehr ausführlich auf die meistens erforderliche Neupartitionierung der Festplatte und die damit verbundenen Probleme eingegangen. Falls Sie Ihr bisheriges Windows-Betriebssystem in eine FAT-Partition installiert haben (was bei Windows 9x/ME immer der Fall ist, bei Windows NT/2000 dagegen nur ganz selten) und dort noch genügend Platz ist, können Sie Linux auch direkt in diese Partition installieren. Dazu gibt es zwei Varianten:

- **UMSDOS:** Hier wird Linux in ein Verzeichnis des Windows-Dateisystems installiert. Jede Linux-Datei entspricht also einer Windows-Datei. Da das Linux-Dateisystem zusätzliche Attribute vorsieht (z. B. Zugriffsrechte, Eigentümer der Datei etc.), die unter Windows nicht gespeichert werden können, wird in jedem Verzeichnis eine Zusatzdatei mit diesen Attributen angelegt.
- **Die so genannte Windows-Installation:** Dabei wird im Windows-Dateisystem eine riesige Datei angelegt (die unter Umständen mehrere GByte groß sein kann). In diese Datei wird Linux installiert. (Die Datei dient als virtuelles Dateisystem für Linux.) Vor der Installation muss die Windows-Partition defragmentiert werden (siehe auch Seite 74), um einen zusammenhängenden, freien Block auf der Festplatte zu schaffen.

Bei den Distributionen, die diese Installationsform unterstützen, geben Sie als Installationsort einfach eine Windows- (statt einer Linux-)Partition an.

TIPP

Bei Red Hat Linux wird die Windows-Installation als 'partitionslose' Installation bezeichnet. Diese Installationsform steht allerdings nur bis Version 7.1 zur Verfügung. Ab Version 7.2 wird die Installation in eine Windows-Partition nicht mehr unterstützt.

Die UMSDOS-Variante ist ziemlich alt und war vor einigen Jahren relativ populär. Sie wird heute nur noch von relativ wenigen Distributionen unterstützt. Die Windows-Installation ist neuer und weist einige Vorteile auf, wird aber ebenfalls nur von wenigen Distributionen angeboten (z. B. Mandrake Linux).

Zum Start des fertig installierten Linux-Systems muss der Rechner neu gestartet werden – Linux kann also auch bei diesen Installationsvarianten nicht direkt von Windows aus gestartet werden. Der Start erfolgt wahlweise durch eine Bootdiskette oder über ein Windows-Bootmenü (via CONFIG.SYS).

Der entscheidende Vorteil dieser Installationsvarianten besteht darin, dass keine Partitionierung der Festplatte erforderlich ist – weder vor der Installation, um Platz für Linux zu machen, noch während der Installation. Die einzige Voraussetzung besteht darin, dass im Windows-Dateisystem ausreichend freier Speicherplatz zur Verfügung steht.

Auf den ersten Blick sieht diese Installationsvariante wie das Ei des Kolumbus aus. Zu viel Euphorie ist allerdings nicht angebracht. Zum einen befinden sich die Linux-Dateien im Windows-Dateisystem, was ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellt. (Jeder kann diese Dateien unter Windows – womöglich versehentlich – löschen.) Zum anderen verlangsamt

diese Art der Installation Linux ganz erheblich. Für den professionellen Einsatz kommen beide Varianten also kaum in Frage, zum Ausprobieren von Linux schon eher.

2.12 Probleme bei der Installation

Dieser Abschnitt geht auf einige typische Probleme ein, die während der Installation auftreten können. So weit möglich, finden Sie hier auch Lösungsansätze. Am wichtigsten ist aber sicherlich gleich der nächste Abschnitt. Dieses Buch kann trotz seines großen Umfangs nicht das ganze Linux- und Hardware-Universum umfassen. Sie müssen daher lernen, sich selbst zu helfen, je früher, desto besser.

Hilfe zur Selbsthilfe

Was tun, wenn es während der Installation Probleme gibt, der Rechner stehen bleibt, Hardware nicht oder falsch erkennt etc.? Der erste Tipp ist geradezu trivial: Lesen Sie vor Beginn der Installation auf jeden Fall die README-Dateien auf der CD-ROM!

Ein guter Startpunkt sind auch die Homepages der jeweiligen Distributionen. Dort gibt es eigene Support-Bereiche (Support-Datenbank bei SuSE, Knowledge Base bei Red Hat), wo sich oft Antworten zu häufigen Fragen bzw. Problemen finden.

<http://www.linux-mandrake.com/>
<http://www.redhat.com> bzw. <http://www.redhat.de>
<http://www.suse.de>

Ebenfalls eine exzellente und meist aktuellere Informationsquelle sind die diversen Linux-Newsgruppen. Bei der Suche nach Informationen verwenden Sie am besten <http://groups.google.com>. Wenn Sie beispielsweise als Suchbegriffe 'linux installation hardwarexy' verwenden, werden Sie unweigerlich auf eine ganze Menge Diskussionsbeiträge stoßen, die über Probleme mit dieser speziellen Hardware-Komponente berichten. Mit etwas Glück und Geduld finden Sie dort auch eine Lösung für Ihr Problem.

Selbstverständlich helfen oft auch allgemeine Internet-Suchmaschinen, die nicht in Newsgruppen suchen (etwa www.google.com), sondern in herkömmlichen Webseiten.

Schließlich können Sie auch einen Blick in das Diskussionsforum zu diesem Buch werfen bzw. eine E-Mail direkt an mich senden (die Adressen finden Sie im Vorwort). Ich bemühe mich, zumindest zu antworten, bin aber bei Hardware, die ich nicht selbst besitze, meist überfordert.

Diskettenprobleme

Falls Sie zum Booten eine Diskette verwenden bzw. wenn Sie LILO auf eine Diskette installieren, kann das Diskettenlaufwerk bzw. die dort verwendete Diskette eine ganz triviale

le Fehlerursache darstellen. Versuchen Sie, eine neue Bootdiskette zu erstellen (natürlich mit einer anderen, formatierten und leeren Diskette!).

Tastaturprobleme

In den ersten Phasen der Installation kann es vorkommen, dass noch kein deutscher Tastatrtreiber installiert ist und daher das amerikanische Tastaturlayout gilt. Das trifft meistens auch während des LILO-Starts zu. (LILO kann zwar für die deutsche Tastatur konfiguriert werden, in der Praxis ist dies aber selten der Fall).

Solange der Rechner glaubt, dass Sie mit einer US-Tastatur arbeiten, Sie aber tatsächlich ein deutsches Modell verwenden, sind (Y) und (Z) vertauscht; außerdem bereitet die Eingabe von Sonderzeichen Probleme.

Die folgende Tabelle zeigt, wie Sie diverse Sonderzeichen auf einer deutschen Tastatur trotz eines fehlenden Tastatrtreibers eingeben können. Dabei wird in der ersten Spalte die auf einer deutschen Tastatur erforderliche Tastenkombination angegeben, um das Zeichen in der zweiten Spalte zu erzeugen. Verwenden Sie auch den numerischen Tastaturblock – die dort befindlichen Sonderzeichen funktionieren mit Ausnahme des Kommas problemlos!

Tastenkürzel zur Eingabe von Sonderzeichen			
(Z)	Y	(O)	;
(Y)	Z	(Shift)+(O)	:
(-)	/	(Shift)+(=)	?
(#)	\	(Shift)+(A)	"
(B)	- (Bindestrich/Minus)	(A)	'
(Shift)+(B)	_ (Unterstrich)	(^)	`
(')	=	(Shift)+(^)	~
(Shift)+(')	+	(Shift)+(2)	@
(Shift)+(8)	*	(Shift)+(3)	#
(Shift)+(7)	&	(Shift)+(6)	^
		(Shift)+(9)	(
		(Shift)+(0))
		(U)	[
		(+)]
		(Shift)+(U)	{
		(Shift)+(=)	}
		(Shift)+(,)	<
		(Shift)+(.)	>

Im Verlauf des Installationsprozesses können Sie dann die richtige Tastaturliste auswählen. Falls es auch nach der Installation noch Tastaturprobleme gibt, finden Sie auf Seite 158 (Text-Modus) bzw. auf Seite 500 (X) eine Anleitung, wie Sie dieses Manko beheben können.

Hardware-Probleme

Was tun, wenn Linux für die Installation wichtige Hardware-Komponenten nicht richtig erkennt oder beim Erkennungsversuch hängen bleibt?

Der Linux-Kernel kennt einen Mechanismus, mit dem beim Start Parameter übergeben werden können, die bei der Erkennung von Hardware helfen. Die Übergabe dieser Parameter sieht allerdings bei jeder Linux-Distribution ein wenig anders aus. Zumeist können die Parameter beim Installationsstart angegeben werden. (Dazu muss unter Umständen auf die grafische Installation verzichtet werden.)

Weitere Informationen zu diesem Mechanismus und einen Überblick über einige wichtige bzw. häufig benötigte Parameter finden Sie in Kapitel 8 ab Seite 356.

Probleme mit Uralt-CD-ROM-Laufwerken

Alle marktüblichen eingebauten CD-ROM-Laufwerke (egal ob es sich um IDE- oder SCSI-Fabrikate handelt) werden von Linux automatisch erkannt und im Prinzip wie Festplatten angesprochen. In den Anfangstagen der CD-ROM-Laufwerke fehlten derartige Standards aber noch; jeder Hersteller stattete sein Laufwerk mit einem anderen Interface aus.

Nur wenn Sie Linux auf einem sehr alten PC installieren, kann es sein, dass Sie mit einem derartigen Laufwerk konfrontiert werden. Linux kann mit solchen Laufwerken auch umgehen, allerdings benötigen Sie zur Installation meist eine spezielle Diskette mit den erforderlichen Kernel-Modulen.

Das 1024-Zylinder-Problem (LILO-Installation bei großen Festplatten)

In diesem Kapitel wurde bereits kurz erwähnt, dass der Linux-Start durch LILO Probleme bereiten kann, wenn Sie Linux auf einem alten Rechner installieren (Mainboard-Datum vor ca. 1998) oder eine alte Linux-Distribution verwenden (im Allgemeinen vor 2001; allerdings ist auch Red Hat 7.1 noch betroffen). In diesem Fall gelingt ein Start von Linux nur, wenn sich alle zum Booten erforderlichen Dateien innerhalb der ersten 1024 Zylinder der Festplatte befinden. (In den meisten Fällen bedeutet das, dass sich die Dateien innerhalb der ersten 7,9 GByte befinden müssen. Je nach Zylindergröße kann der zulässige Datenbereich aber auf bis zu 504 MByte sinken.)

Das 1024-Zylinder-Problem betrifft übrigens nur den Linux-Start. Sobald Linux einmal läuft, kann es die gesamte Festplatte ansprechen.

In diesem Buch (und im Großteil der sonstigen Linux-Dokumentation) gilt:

1 kByte = 1024 Byte

1 MByte = 1024^2 Byte = 1.048.576 Byte

1 GByte = 1024^3 Byte = 1.073.741.824 Byte

Manche Festplattenhersteller rechnen dagegen mit 1000er-Potenzen. Deswegen hat eine Festplatte, die laut Hersteller 50 GByte umfasst, gemäß den Konventionen in diesem Buch nur ca. 46,6 GByte. Auch das oben erwähnte Large-Disk-HOWTO-Dokument rechnet mit 1000er-Potenzen.

Interna zur Verwaltung großer Festplatten

Um das 1024-Zylinder-Limit zu verstehen und um Linux dennoch starten zu können, ist ein Exkurs in die Interna der Festplattenverwaltung erforderlich. Die Ursache liegt im wenig vorausschauenden Design des BIOS.

Die Größe von Festplatten wird durch drei Parameter bestimmt: Zylinder, Köpfe und Sektoren. Dieses Zahlentripel wird zumeist als CHS-Geometrie der Festplatte bezeichnet (cylinder, head, sector); gelegentlich werden Sie auch den Begriff 3D-Adressen lesen (LILO-Dokumentation) – gemeint ist dasselbe.

Aus historischen Gründen gibt es diverse Limits für die CHS-Werte: Das BIOS erlaubt maximal 1024 Zylinder, 256 Köpfe und 63 Sektoren. IDE-Platten sehen wiederum maximal 65536 Zylinder, 16 Köpfe und 255 Sektoren vor. Die jeweils kleineren Zahlen führen dann zur magischen 504-MByte-Grenze (1024 Zylinder, 16 Köpfe, 63 Sektoren, 512 Byte je Sektor).

Die CHS-Werte haben übrigens schon seit geraumer Zeit nichts mehr mit dem physikalischen Aufbau der Festplatte zu tun. Die Festplatte liefert nach außen hin einen bestimmten CHS-Tripel und verhält sich so, als hätte sie wirklich ebenso viele Zylinder, Köpfe und Sektoren. Tatsächlich sehen der Aufbau der Platte und die Anordnung der Daten dann ganz anders aus – aber dafür ist die Elektronik der Festplatte zuständig.

Um dieses Dilemma zu minimieren, gibt es seit vielen Jahren adaptierte BIOS-Versionen für SCSI- und IDE-Controller. Das BIOS darf zwar weiterhin nicht mehr als 1024 Zylinder melden (das würde Kompatibilitätsprobleme verursachen), es kann aber die restlichen Werte manipulieren: Aus einer Platte, die vorgibt, 2100 Zylinder und 16 Köpfe zu besitzen (physikalischer CHS-Wert), wird scheinbar eine Platte mit 525 Zylindern und 64 Köpfen (logischer CHS-Wert, oft auch als XCHS bezeichnet). Das theoretische DOS-kompatible Maximum beträgt damit ca. 7,9 GByte (1024 Zylinder, 256 Köpfe, 63 Sektoren).

Um das 1024-Zylinder-Limit zu überwinden, gibt es ca. seit 1998 eine weitere BIOS-Erweiterung, die so genannten *Extended INT13 Functions*. Dabei handelt es sich um neue BIOS-Funktionen, mit denen die tatsächliche Festplattengröße direkt an das Betriebssystem übergeben wird (also ohne irgendwelche komplizierten Berechnungen). Allerdings

kommen nur relativ neue Betriebssysteme mit dieser Erweiterung zurecht, nämlich Windows ab Version 95b (also 98, ME, 2000, XP, nicht aber NT 4) und Linux ab LILO-Version 21.3. (Diese LILO-Version ist seit März 2000 verfügbar. Allerdings hat es danach noch einige Monate gedauert, bis die meisten Linux-Distributionen diese LILO-Version auch einsetzten.)

HINWEIS

Das 8-GB-Byte-Limit gilt nur für den Start der Betriebssysteme. Sobald dieser einmal geglückt ist, können fast alle Betriebssysteme (außer DOS und Windows 3.1) auf die gesamte Festplatte zugreifen. Dabei werden die Sektoren der Festplatte dann im so genannten LBA-Modus (logische Blockadressierung) adressiert – also mit einer fortlaufenden Nummer. Die (X)CHS-Adressierung wird also nur während des Starts angewandt.

Die unter Windows gültige Festplattengeometrie können Sie übrigens mit dem Programm DPARAM.COM ermitteln. Das Programm wird unter DOS mit dem Parameter 0x80 (für die erste Platte) oder 0x81 (zweite Platte) gestartet und liefert als Ergebnis die Anzahl der Zylinder, Köpfe und Sektoren. Das Programm befindet sich auf manchen Linux-CDs (zumeist im Verzeichnis `dosutils`).

TIPP

In mittlerweile zum Glück sehr seltenen Fällen kommt es vor, dass das Installationsprogramm und in der Folge das Partitionierungsprogramm die Größe der Festplatte nicht korrekt erkennt. Um dieses Problem zu umgehen, müssen Sie ganz am Beginn des Installationsprozesses die CHS-Daten der Festplatte als Kernel-Parameter übergeben. Die genaue Vorgehensweise hängt von der Distribution ab. Meistens können Sie mit einer beliebigen Taste (oder mit **(Shift)**) den automatischen Start unterbrechen. Sie bekommen dann die Möglichkeit, eine Textzeile einzugeben, die im Regelfall wie das folgende Muster aussieht:

```
linux hda=2055,255,63
```

Das bedeutet, dass die Geometrie der ersten Festplatte durch 2055 Zylinder, 255 Köpfe und 63 Sektoren bestimmt ist (ca. 16 GByte). Dieselben Informationen müssen gegen Ende des Installationsprozesses nochmals bei der LILO-Konfiguration angegeben werden.

Weitere Informationen zur Angabe von Bootparametern finden Sie ab Seite 356.

Disk-Manager: Was tun, wenn eine neue Festplatte mit einem alten Mainboard betrieben werden soll, dessen BIOS noch nie etwas von XCHS/LBA gehört hat? In solchen Fällen wurde früher oft ein so genannter Disk-Manager verwendet. Dabei handelt es sich um ein kleines Programm, das unmittelbar nach dem Start des Rechners aktiviert wird und eine ähnliche CHS-Transformation wie das BIOS vornimmt. Zum Glück werden Disk-Manager inzwischen kaum mehr eingesetzt – Linux verträgt sich nämlich nicht mit allen Disk-Managern.

Neben dem 1024-Zylinder-Limit gibt es zwei weitere Grenzen der Festplattenkapazität:

Das 32-GByte-Limit: Mit der stetig wachsenden Festplattengröße ist vor einigen Jahren ein Überlauffehler im Linux-IDE-Treiber entdeckt worden. Dieser Fehler betrifft nicht den Start von Linux, sondern den Betrieb. Um IDE-Festplatten unter Linux nutzen zu können, benötigen Sie zumindest die Kernelversion 2.2.14.

Das 127-GByte-Limit: Die nächste Hürde für IDE-Festplatten zeichnet sich bei 127 GByte ab. Dieser Wert ergibt sich daraus, dass die Spezifikation von IDE-Platten maximal 65536 Zylinder, 16 Köpfe und 255 Sektoren vorsieht. Dieses Limit wird gemäß der neuen ATA/ATAPI-6-Spezifikation durch die Einführung einer 48-Bit-Adressierung der Sektoren umgangen. Das erfordert aber sowohl neue bzw. veränderte BIOS-Funktionen als auch neue Treiber auf Betriebssystemseite. Entsprechende Linux-Treiber gab es noch nicht, als diese Zeilen geschrieben wurden, sie werden aber wohl bald nach den ersten IDE-Festplatten mit mehr als 127 MByte verfügbar sein.

Lösung zum 1024-Zylinder-Limit

Wie bereits erwähnt, betrifft das 1024-Zylinder-Limit nur den Linux-Start. Gelingt dieser, kann Linux auf die gesamte Festplatte zugreifen. Für den Start ist wiederum nur erforderlich, dass sich die Bootdaten innerhalb der ersten 1024 Zylinder befinden.

Die einfachste Lösung besteht daher darin, dass Sie bei der Partitionierung der Festplatte eine kleine Partition vorsehen, die vollständig unterhalb dieser Grenze liegt (also bei den meisten Festplatten/Mainboards unterhalb von 7,9 GByte). Der Name (Mount-Punkt) für diese Partition muss `/boot` lauten. (Im Verzeichnis `/boot` werden unter Linux alle für den Bootprozess erforderlichen Dateien gespeichert. Dabei handelt es sich nur um wenige Dateien. Daher reicht für die Bootpartition eine Größe von ca. 10 MByte vollkommen aus.)

Statt eine eigene Bootpartition unterhalb der 1024-Zylinder-Grenze anzulegen, können Sie natürlich auch die gesamte Systempartition unterhalb dieser Grenze anlegen. (Es reicht hingegen nicht, wenn nur ein Teil dieser Partition unterhalb dieser Grenze liegt!)

Wenn es nicht möglich ist, die System- oder Bootpartition derart einzurichten, benötigen Sie vorerst eine Bootdiskette. Später können Sie die für LILO erforderlichen Dateien in eine Windows-Partition kopieren und Ihr System ebenfalls so einrichten, dass ein komfortabler Start direkt von der Festplatte möglich ist. Dazu ist allerdings etwas Handarbeit erforderlich – siehe Seite 330.

2.13 Probleme nach der Installation

Manchmal kommt es vor, dass die Installation scheinbar problemlos gelingt, dass aber anschließend (d. h. beim ersten Neustart) Probleme auftreten. Dieser Abschnitt gibt einige Tipps zu häufigen Problemquellen.

Der Rechner kann nicht mehr gestartet werden

Der *worst case* einer Linux-Installation besteht darin, dass anschließend der Rechner gar nicht mehr gestartet werden kann oder dass zumindest einzelne der installierten Betriebssysteme nicht mehr zugänglich sind. Die folgende Liste zählt einige mögliche Varianten auf:

Linux wird gestartet, stürzt aber ab: Nach dem Neustart des Rechners erscheinen zuerst diverse Meldungen von Linux. Anschließend bleibt der Rechner (mit oder ohne Fehlermeldung) stehen bzw. stürzt ab.

Mögliche Ursache: Die wahrscheinlichste Ursache sind Hardware-Probleme.

Abhilfe: Durch die Angabe von so genannten Bootoptionen können Sie Linux, d. h. genau genommen dem Kernel bei der Erkennung der Hardware helfen (siehe Seite 356). Das funktioniert allerdings nur für die Hardware-Komponenten, die unmittelbar vom Kernel angesprochen werden (und nicht von später eingebundenen Kernel-Modulen).

Wenn die Hardware-Probleme durch Kernel-Module verursacht werden, muss die Datei `/etc/modules.conf` geändert werden. Wenn ein Linux-Start nicht gelingt, können Sie bei den meisten Linux-Distributionen ein so genanntes Rescue-System (Rettungssystem, Notfallsystem) starten, das sich auf der Installations-CD befindet. Der Umgang mit einem derartigen System erfordert allerdings einiges an Linux-Wissen und scheidet daher für Linux-Einsteiger aus.

Eine andere mögliche Ursache für Probleme nach dem Linux-Start besteht darin, dass es ein Problem im Init-V-System gibt. Dieses System ist unmittelbar nach dem Rechnerstart dafür verantwortlich, diverse Programme zu starten. Bei Red Hat und Mandrake können Sie dieses System interaktiv ausführen, wenn Sie zum richtigen Zeitpunkt die Taste **⌵** drücken. (Vorher erscheint eine entsprechende Meldung auf dem Bildschirm.) Davon unabhängig können Sie bei fast allen Distributionen das Init-V-System gleichsam umgehen, indem Sie als Bootoption `single` oder `emergency` eingeben.

Bootoptionen (oft auch als Bootparameter bezeichnet) werden direkt an den Linux-Kernel übergeben. Die Eingabe derartiger Optionen erfolgt in LILO, also unmittelbar nach dem Rechnerstart. Falls LILO im Grafikmodus erscheint, muss dieser mit (Esc) beendet werden. Anschließend geben Sie zuerst den Namen des Betriebssystems an, das Sie starten möchten (üblicherweise `linux`), dann die Optionen in der Form `option1=wert1 option2=wert2,wert3`. Beachten Sie, dass die Optionszuweisungen ohne Leerzeichen erfolgen müssen. Weitere Informationen zu Bootoptionen finden Sie auf Seite 356.

Linux-Absturz mit der Meldung *kernel panic: unable to mount root fs*: Der Start des Linux-Kernels hat geklappt, Linux konnte aber anschließend die Linux-Systempartition nicht finden.

Mögliche Ursache: Wahrscheinlich hat die LILO-Konfiguration nicht geklappt. Das Problem kann aber auch dann auftreten, wenn die Verkabelung der Festplatten geändert wurde.

Abhilfe: Geben Sie beim Linux-Start die richtige Partition als Option in der Form `root=/dev/hdb8` an. Wenn der Start so gelingt, können Sie unter Linux LILO neu konfigurieren bzw. eine neue Bootdiskette erstellen (siehe Seite 319). Falls sich die Namen der Partitionen geändert haben (wegen der Neuverkabelung der Festplatten), müssen Sie auch die Datei `/etc/fstab` entsprechend anpassen (siehe Seite 242).

Linux wird nicht gestartet: Nach dem Neustart des Rechners wird ohne Rückfrage einfach Windows gestartet. Von Linux ist keine Spur zu sehen.

Mögliche Ursache: Die Installation von LILO (oder eines anderen Bootloaders) auf die Festplatte hat aus irgendeinem Grund nicht funktioniert.

Abhilfe: Starten Sie Linux mit der Bootdiskette. Anschließend versuchen Sie im laufenden System, LILO neu zu installieren (siehe Seite 319).

Linux kann auch mit der Bootdiskette nicht gestartet werden: Der Rechner ignoriert die Bootdiskette beim Rechnerstart. (Das Lämpchen des Diskettenlaufwerks leuchtet nicht auf.)

Mögliche Ursache: Das BIOS Ihres Rechners ist so konfiguriert, dass in jedem Fall direkt von der Festplatte (oder vom CD-ROM-Laufwerk) gebootet wird, ganz egal, ob sich eine Diskette im Rechner befindet oder nicht.

Abhilfe: Verändern Sie die BIOS-Einstellung für den Rechnerstart. Sie gelangen unmittelbar nach dem Rechnerstart mit einer speziellen Tastenkombination, die normalerweise angezeigt wird, in das BIOS. Sowohl die Tastenkombination als auch die weitere Konfiguration hängt von Ihrem Rechner (genauer gesagt vom Mainboard) ab, weswegen hier eine allgemein gültige Beschreibung unmöglich ist.

Falls das BIOS korrekt eingestellt ist, ein Booten von der Diskette aber dennoch nicht möglich ist (diverse Fehlermeldungen, Absturz etc.), wird es kompliziert. Bei den meisten Linux-Distributionen können Sie die Installations-CD zum Start Ihres Linux-Systems

verwenden. Bei SuSE gibt es dafür einen eigenen Menüpunkt, der allerdings nur im text-basierten Installationsprogramm zur Verfügung steht (verlassen Sie dazu das grafische YaST). Bei Mandrake und Red Hat geben Sie beim Rechnerstart die folgende Zeile ein:

```
linux root=/dev/hdb8 initrd=
```

Statt `/dev/hdb8` müssen Sie den Device-Namen der Partition angeben, in die Sie Linux installiert haben. (Wenn Sie den Namen nicht wissen, versuchen Sie es der Reihe nach mit `/dev/hda2`, `/dev/hda5` und `/dev/hda6`. Das sind die drei wahrscheinlichsten Namen.)

Mit der Installations-CD sollte es also gelingen, Linux zu starten. Es kann allerdings sein, dass während des Starts diverse Fehlermeldungen angezeigt werden und dass im Betrieb manche Funktionen nicht zur Verfügung stehen. Der Grund besteht darin, dass einzelne Kernel-Module mit Erweiterungsfunktionen nicht gefunden werden. Dennoch sollten die verbleibenden Funktionen ausreichen, um eine neue Bootdiskette zu erstellen. Für einige Distributionen ist die Vorgehensweise im Anhang beschrieben.

Windows ist nicht mehr zugänglich: Nach dem Neustart wird automatisch Linux gestartet. Windows scheint verschwunden zu sein.

Mögliche Ursache: Wahrscheinlich hat die LILO-Installation funktioniert. Sie können nun unmittelbar nach dem Rechnerstart auswählen, welches Betriebssystem gestartet werden soll. Tun Sie nichts, wird nach einer Weile automatisch Linux gestartet.

Abhilfe: Falls ein Menü angezeigt wird, wählen Sie mit den Cursortasten `windows` aus, und drücken Sie `(←)`. Falls kein Menü angezeigt wird, drücken Sie `(Tab)`. Es erscheint eine Liste mit mehreren Betriebssystemen bzw. Varianten. Geben Sie über die Tastatur den Namen der gewünschten Variante ein, und drücken Sie `(←)`. Falls LILO auch auf `(Tab)` nicht reagiert, versuchen Sie während des Rechnerstarts `(Shift)` oder `(Strg)` zu drücken. Eventuell hilft auch `(Esc)` weiter. (Der Grund, warum in diesem Absatz fast jeder Satz mit 'Falls' beginnt, besteht in den reichhaltigen Konfigurationsmöglichkeiten von LILO. Deswegen sieht LILO bei jeder Distribution ein wenig anders aus und ist auch ein wenig anders zu bedienen.)

LILO versucht Windows zu starten, aber es funktioniert nicht: Über ein Menü oder per Tastatur haben Sie Windows ausgewählt. LILO gelingt es aber nicht, Windows zu starten. (Der Rechner stürzt ab etc.)

Mögliche Ursache: Wahrscheinlich gibt es ein Kompatibilitätsproblem zwischen LILO und dem Bootmanager von Windows NT/2000/XP.

Abhilfe: Starten Sie Linux, erzeugen Sie eine Bootdiskette für Linux, testen Sie deren Funktion, und deinstallieren Sie dann LILO von der Festplatte (siehe Seite 330). Damit können Sie Windows wie bisher starten, Linux dagegen mit Hilfe der Bootdiskette. Noch eleganter können Sie den Bootvorgang gestalten, wenn Sie LILO in den Windows-Boot-Manager einbinden (siehe Seite 336).

Weder Linux noch Windows können gestartet werden: Nach dem Rechnerstart wird LILO ausgeführt, stürzt aber sofort ab bzw. zeigt eine endlose Liste von Fehlermeldungen an.

Mögliche Ursache: Die LILO-Installation ist schief gegangen (eventuell wegen des 1024-Zylinder-Problems).

Abhilfe: Soweit vorhanden, verwenden Sie eine Bootdiskette zum Start von Linux. Anschließend versuchen Sie, wie oben beschrieben, das Problem unter Linux zu beheben (LILO-Neuinstallation).

Gelingt das nicht, müssen Sie von der Windows-Seite aus versuchen, das Bootsystem so weit zu reparieren, dass zumindest wieder ein Windows-Start möglich ist. Falls Sie mit DOS oder Windows 3.1/9x/ME arbeiten, besteht die einfachste Lösung darin, dass Sie den Rechner mit einer DOS-Bootdiskette neu starten und `FDISK /MBR` ausführen. Dadurch wird der Bootsektor überschrieben, und beim nächsten Neustart sollte Windows wieder normal gestartet werden. Bei Windows NT/2000/XP können Sie die Bootdateien mit Notfall- oder Installationsdisketten (bzw. mit der Installations-CD-ROM) reparieren. Anschließend können Sie einen neuen Linux-Installationsversuch starten.

VERWEIS

Abschließend nochmals eine Zusammenfassung der wichtigsten Stellen im Buch, die Ihnen vielleicht weiterhelfen können:

LILO-Konfiguration, Bootdisketten erstellen: Seite 319

Angabe von Bootoptionen: Seite 356

Init-V-Prozess (Systemstart): Seite 359

Distributionsspezifische Informationen: Seite 1184

Werfen Sie auch einen Blick in das Stichwortverzeichnis, Eintrag *Notfall!*

X/KDE/Gnome startet nicht

Es kann vorkommen, dass Linux zwar gestartet wird, allerdings nur im Textmodus. Das X Window System (eventuell in Kombination mit KDE oder Gnome) wird dagegen nicht gestartet.

Dieses Verhalten ist nicht unbedingt ein Fehler, sondern kann durchaus beabsichtigt sein. Um X manuell zu starten, loggen Sie sich im Textmodus ein (geben Sie Ihren Benutzernamen und das Passwort ein) und führen dann das Kommando `startx` aus.

Wenn das klappt, sollten Sie (als Benutzer `root`) die Datei `/etc/inittab` ändern und dort die Zeile mit dem Schlüsselwort `initdefault` ändern. In dieser Zeile wird die Nummer oder der Buchstabe eines so genannten Runlevels angegeben. Bei den meisten Distributionen lautet die Nummer des Runlevels mit automatischem X-Start 5. Ab dem nächsten Rechnerstart wird X automatisch ausgeführt. (Hintergrundinformationen zu den Runlevels finden Sie ab Seite 359.)

```
# in /etc/inittab  
id:5:initdefault:
```

Sollte `startx` nicht zum Erfolg führen, liegen die Probleme wahrscheinlich bei der falschen oder noch gar nicht erfolgten Konfiguration des X Window Systems. Diesbezügliche Informationen finden Sie in einem eigenen Kapitel ab Seite 473.

Die Maus funktioniert nicht oder nur teilweise

Normalerweise sollten die Grundfunktionen der Maus – also deren Bewegung und die Maustasten – auf Anhieb funktionieren. Schon eher sind Probleme mit einem eventuell vorhandenen Mousrad zu erwarten, das eventuell ganz einfach ignoriert wird. Informationen zur Konfiguration der Maus für das X Window System finden Sie ab Seite 505. Tipps zur Verwendung der Maus auch im Textmodus gibt es ab Seite 164.

Die Tastatur funktioniert nicht

Tastaturprobleme äußern sich im Regelfall dadurch, dass statt der gewünschten Buchstaben andere Zeichen erscheinen. Ursache ist fast immer eine falsche Einstellung des Tastaturlayouts (d. h. Linux glaubt beispielsweise, Sie würden mit einer US-Tastatur arbeiten, in Wirklichkeit besitzen Sie aber ein französisches Modell).

Wie bei der Maus erfolgt auch bei der Tastatur die Konfiguration getrennt für den Text- und den Grafikmodus. Entsprechende Hinweise finden Sie auf Seite 158 (Textmodus) bzw. auf Seite 500 (X).

Menüs erscheinen in der falschen Sprache

Alle Linux-Programme sind in der Lage, Fehlermeldungen, Menüs etc. in englischer Sprache auszugeben. Sehr viele Programme (insbesondere KDE- und Gnome-Programme) stellen darüber hinaus aber auch Menüs in vielen Landessprachen zur Verfügung. Informationen zur Einstellung der gewünschten Sprache finden Sie hier:

Allgemeine Spracheinstellung: Seite 190

Spracheinstellung für KDE: Seite 554

Spracheinstellung für Gnome: Seite 572

2.14 Systemveränderungen, Erweiterungen, Updates

Wenn Ihr Linux-System einmal stabil läuft, wollen Sie es zumeist nach Ihren eigenen Vorstellungen konfigurieren, erweitern, aktualisieren etc. Informationen zu diesen Themen sind gleichsam über das gesamte Buch verstreut. Dieser Abschnitt dient daher primär als bequeme Referenz, um Ihnen die Sucharbeit so weit wie möglich zu ersparen.

Konfigurations-Tools

Zwar gibt es Bemühungen, die Konfiguration von Linux zu vereinheitlichen (siehe www.linuxbase.org), tatsächlich unterscheiden sich die einzelnen Distributionen allerdings erheblich voneinander. Aus diesem Grund sollten Sie zur weiteren Konfiguration zuerst die jeweils mitgelieferten Werkzeuge ausprobieren.

VERWEIS

Einen Überblick über distributionsspezifische Konfigurationshilfen finden Sie hier:
Mandrake: Seite 1191
Red Hat: Seite 1212
SuSE: Seite 1231

Neben den distributionsspezifischen Werkzeugen werden in diesem Buch auch die Grundlagen und Hintergründe der Konfiguration von Linux ausführlich beschrieben. Das ist vor allem dann hilfreich, wenn die mitgelieferten Konfigurations-Tools nicht die gewünschten Ergebnisse erzielen.

VERWEIS

Die weitere Konfiguration ist kapitelweise organisiert:
Allgemeine Konfiguration: Seite 147
Dateisystem: Seite 201
Prozessverwaltung: Seite 297
Systemstart (LILO, Init-V-System): Seite 315
Systemverwaltung (Kernel, Module): Seite 373
Drucker, Scanner: Seite 401
Hardware-Überblick, Notebooks, USB, Firewire: Seite 449
XFree86-Konfiguration: Seite 473
KDE/GNOME: Seite 541
Netzwerkkonfiguration (Anschluss an LAN): Seite 581
Modem/ISDN/ADSL: Seite 623
Netzwerk-Server-Konfiguration (DHCP, DNS etc.): Seite 761
Sound-Karte, CD-Brenner: Seite 981

Software-Installation, Paketverwaltung

Je nach Distribution existieren verschiedene Kommandos und Programme, mit denen im laufenden Betrieb weitere Software-Pakete installiert, aktualisiert oder entfernt werden können.

VERWEIS

Einführende Informationen zur Installation von Software-Paketen mit dem Programm `rpm` finden Sie ab Seite 181. Darüber hinaus beschreibt das Buch eine Menge weiterer Programme:

`tar`: Seite 189, Seite 969

`kpackage` (KDE): Seite 189

`rpmdrake` (Mandrake): Seite 1194

`gnorpm` (Red Hat, Gnome): Seite 1214

`up2date` (Red Hat): Seite 1216

`YaST` (SuSE): Seite 1236

Ein Teil dieser Werkzeuge erwartet, dass sich die zu installierenden Pakete auf einer CD-ROM bzw. bereits auf der Festplatte befinden. Einige Installations-Tools sind aber auch in der Lage, die Pakete direkt aus dem Internet zu übertragen bzw. zu aktualisieren.

Nicht in diesem Buch beschrieben werden unter anderem `setup` und `pkgtool` (Slackware) sowie `deselect` und `apt-get` (Debian).

TIPP

Sie sollten zur Installation generell nur das von der jeweiligen Distribution vorgesehene Tool verwenden und nur zur Distribution passende Pakete installieren. (Dieser Rat gilt insbesondere für Linux-Einsteiger! Die Empfehlung gilt selbst für Distributionen, die auf demselben Paketformat basieren. Wenn Sie beispielsweise eine SuSE-Distribution mit einem Red-Hat-Paket erweitern, können auf Grund unterschiedlicher Installationspfade Probleme auftreten. Dies gilt insbesondere für Pakete mit systemnahe oder distributionsabhängigem Inhalt. Installieren Sie *nie* ein `Init-V`-Paket, das für eine andere Distribution gedacht ist!)

Distributions-Update

Zuerst müssen Sie sich fragen, was Sie eigentlich aktualisieren möchten: ein bestimmtes Software-Paket, den Kernel oder die ganze Distribution?

- **Programm-Update:** Für ein Programm-Update besorgen Sie sich das betreffende Paket aus dem Internet bzw. von einer aktuellen CD-ROM. Nach Möglichkeit sollte das Paket an Ihre Distribution angepasst sein – sonst sind Unverträglichkeiten beinahe vorprogrammiert (abweichende Installationspfade etc.). Zur Installation verwenden Sie das Paketverwaltungsprogramm Ihrer Distribution (siehe oben).

Die häufigste Problemquelle sind dabei Abhängigkeiten von anderen Programmen oder Bibliotheken: Das Programm kann also nur ausgeführt werden, wenn vorher auch ein anderes Programm oder eine Programmbibliothek aktualisiert wird. (Oft gibt es aber ganze Abhängigkeitsketten, deren manuelle Auflösung sehr schwierig ist.

Gerade für Linux-Einsteiger ist es oft einfacher, die Aktualisierung im Rahmen eines Distributions-Updates durchzuführen. Genau davon leben Firmen wie Red Hat und SuSE!)

- **Kernel-Update:** Ein Kernel-Update ist nur relativ selten erforderlich. Die erforderlichen Schritte sind auf Seite 385 beschrieben und bereiten im Regelfall keine Probleme. Schwierigkeiten gibt es nur, wenn sich der Kernel grundlegend verändert hat (etwa bei einem Versionssprung von 2.2 auf 2.4) – dann sind zumeist auch neue Netzwerk- und Prozessverwaltungskommandos, eine Aktualisierung des Init-V-Prozesses etc. erforderlich. (Auch in diesem Fall gilt, dass ein Distributions-Update oft einfacher ist.)
- **Distributions-Update:** Wenn Sie jetzt aber glauben, ein Distributions-Update sei die beste Lösung, muss ich Sie enttäuschen. Zwar bieten alle Distributionen derartige Updates an (d. h. Sie beginnen wie bei einer Neuinstallation, entscheiden sich dann aber für die Update-Option); aber ganz egal, wie intelligent die Paketverwaltung ist, ein Distributions-Update ist beinahe unweigerlich mit Ärger und unvorhergesehenem Zeitaufwand verbunden. Einmal konfigurierte Programme funktionieren plötzlich nicht mehr, Bibliotheken werden nicht gefunden etc.

Auf jeden Fall sollten Sie Sicherheitskopien von allen Konfigurationsdateien erstellen (am besten den Inhalt des gesamten `/etc`-Verzeichnisses, eventuell auch des `/root`-Verzeichnisses kopieren). Ebenso selbstverständlich sollte ein Backup Ihrer persönlichen Daten sein (und das nicht nur bei einem Distributions-Update, sondern regelmäßig)!

Auf Grund der zu erwartenden Probleme bei einem Distributions-Update und auf Grund meiner zahllosen negativen Erfahrungen bei derartigen Experimenten empfehle ich vor allem Linux-Einsteigern, statt eines Updates grundsätzlich eine Neuinstallation durchzuführen! Dabei verlieren Sie allerdings alle Daten auf der Systempartition. Deswegen ist es eine gute Idee, schon bei der Erstinstallation getrennte Partitionen für das System und die Daten einzurichten (siehe Seite 82).

HINWEIS

Ein Distributions-Update ist natürlich nur innerhalb einer Distribution möglich. Sie können also nicht eine alte SuSE-Distribution mit einer neuen Red-Hat-Distribution aktualisieren. Wenn Sie die Distribution wechseln möchten, müssen Sie eine Neuinstallation durchführen.

TIPP

Falls Sie genug Platz auf Ihrer Festplatte haben, können Sie natürlich ein neues Linux-System in eine eigene Partition installieren und ausprobieren. Es stellt kein Problem dar, LILO so einzustellen, dass Sie den Rechner wahlweise im alten oder neuen Linux-System hochfahren können. Die jeweils andere Partition können Sie mit `mount` in das Dateisystem einbinden und so bequem Daten zwischen den beiden Distributionen austauschen. Während der Arbeit an diesem Buch hatte ich neben Windows 95 und Windows NT insgesamt vier Distributionen parallel installiert und konnte beim Booten die gerade benötigte auswählen.

Wenn Sie einmal ein stabil laufendes Linux-System haben, gibt es zumeist nur wenig Gründe, ein komplettes Update durchzuführen! Lassen Sie sich nicht von der allgemeinen Versionshysterie anstecken! Oft reicht zur Lösung eines Problems das Update eines einzelnen Pakets vollkommen aus.

2.15 Linux wieder entfernen

Falls Sie zu einem späteren Zeitpunkt den von Linux beanspruchten Platz auf der Festplatte wieder freigeben möchten, müssen Sie Linux deinstallieren. Dazu sind zumeist zwei Schritte erforderlich: Sie müssen alle Linux-Partitionen löschen und LILO vom Bootsektor der Festplatte entfernen.

LILO entfernen: Wenn LILO regulär installiert wurde, kann der ursprüngliche Bootsektor im laufenden Betrieb von Linux problemlos mit `lilo -u` wiederhergestellt werden (siehe Seite 319). Bei einigen Windows-9x-Versionen hilft auch `FDISK /MBR`, den ursprünglichen Bootsektor wiederherzustellen. Bei Windows NT/2000/XP müssen Sie dessen Installationsprogramm zu Hilfe nehmen, was aber ausgesprochen umständlich ist.

Linux-Partitionen entfernen: Dieser Schritt ist etwas mühsamer. Er muss ebenfalls unter Linux erfolgen (nicht mit dem DOS/Windows-Programm `FDISK`). Gleichzeitig darf die zu löschende Partition aber gerade nicht verwendet werden. Mit anderen Worten: Sie können das zu entfernende Linux-System nicht einfach starten und die dann ja aktive Partition löschen.

Der einfachste Weg, um die Linux-Partitionen wieder loszuwerden, führt über das Linux-Installationsprogramm. Starten Sie dieses Programm von einer Installations-CD-ROM, und führen Sie die normale Installationsprozedur durch, bis Sie zur Partitionierung der Festplatte kommen. Dort löschen Sie alle Linux-Partitionen und brechen die Installation anschließend ab.

Leider funktioniert das nicht bei allen Distributionen. Manche Distributionen speichern zuerst alle Ihre Eingaben und beginnen mit der tatsächlichen Arbeit erst, wenn alle Eingaben vorliegen. In solchen Fällen können Sie sich entweder mit einem Rettungssystem behelfen, das bei vielen Distributionen ebenfalls über die Installations-CD gestartet werden kann, oder Sie wechseln während der Installation mit **(Alt)+(F1)** in eine Textkonsole und arbeiten dort manuell weiter. In jedem Fall verwenden Sie zum Löschen der Partitionen dann das nicht besonders komfortable Programm `fdisk`. Die Bedienung dieses Programms ist ab Seite 255 beschrieben.

Kapitel 3

Linux-Schnelleinstieg

In diesem Kapitel wird vorausgesetzt, dass die Installation von Linux so weit gelungen ist, dass sich Ihr Rechner mit der Login-Aufforderung meldet. Das Ziel dieses Kapitels ist es, in möglichst kompakter Form zu beschreiben, wie elementare Linux-Operationen durchgeführt werden können: das Anmelden (Einloggen), das Arbeiten unter X (KDE, Gnome) bzw. in einer Textkonsole, die Durchführung grundlegender Kommandos (Kopieren, Verschieben und Löschen von Dateien), das Ansehen und Ändern von Textdateien und schließlich das Beenden von Linux.

VERWEIS


Mit dem in diesem Kapitel vermittelten Wissen sind Sie in der Lage, die Konfiguration Ihres Systems selbst in die Hand zu nehmen. Details dazu folgen in den Kapiteln 5 (allgemein), 12 (X Window System) und 14 (Netzwerke).

Unix-Grundlagen zur Datei- und Prozessverwaltung werden in den Kapiteln 6 und 7 erläutert.





Details zur Bedienung der `bash` (Bourne Again Shell) gibt es in Kapitel 20 ab Seite 859. Die `bash` ist der Kommandointerpreter, mit dessen Hilfe Sie Kommandos eingeben und ausführen können. Eine alphabetisch geordnete Beschreibung der wichtigsten Linux-Kommandos und ihrer Optionen finden Sie in Kapitel 22.

3.1 Linux starten und beenden

Um Linux zu starten, müssen Sie Ihren Rechner neu starten. (Es ist nicht möglich, Linux von Windows aus zu starten – es sei denn, Sie verwenden kommerzielle Zusatzprogramme wie VMWare.)

Je nachdem, wie Sie Linux installiert haben, erfolgt der Start von Linux durch eine Bootdiskette oder direkt von der Festplatte. Unabhängig davon wird hierfür zumeist das Programm LILO (Linux Loader) eingesetzt. Das Programm macht sich zumeist durch ein grafisches Menü bemerkbar, manchmal erscheint aber einfach nur der Text 'LILO: boot'. Wenn Sie jetzt einige Sekunden nichts tun oder  drücken, wird im Regelfall Linux gestartet (je nach Konfiguration).

Wenn Sie in den Bootprozess eingreifen möchten, beispielsweise um ein bestimmtes Betriebssystem auszuwählen, gibt es je nach Konfiguration mehrere Varianten:

- Wenn ein grafisches Menü angezeigt wird, wählen Sie mit den Cursortasten das gewünschte Betriebssystem und drücken .
- Wenn im Textmodus die Zeile 'LILO: boot' dargestellt wird, können Sie sich mit  die zur Auswahl stehenden Betriebssysteme anzeigen lassen. (In seltenen Fällen müssen Sie vorher  drücken.) Anschließend geben Sie den gewünschten Text per Tastatur ein und drücken .

VERWEIS

Detaillierte Informationen zu LILO erhalten Sie ab Seite 316. Manche Distributionen verwenden statt LILO den Bootloader GRUB. Informationen zur Bedienung dieses Programms finden Sie ab Seite 346.

Login

Nach etwa 20 bis 30 Sekunden sollte eine so genannte Login-Aufforderung erscheinen. Anders als bei (alten) Windows-Versionen müssen Sie sich immer mit Name und Passwort anmelden, bevor Sie mit Linux arbeiten können. Das ist deswegen notwendig, weil Linux zwischen verschiedenen Benutzern mit unterschiedlichen Privilegien unterscheidet.

Normalerweise geben Sie beim Login Ihren Benutzernamen (user name) und das dazugehörige Passwort ein. Wenn Linux neu installiert ist, gibt es aber unter Umständen erst einen einzigen Benutzer, nämlich `root`.

VORSICHT

Mit `root` gelten Sie als Systemadministrator. Damit haben Sie Zugriff auf alle Dateien, dürfen uneingeschränkt alle Programme ausführen und können (durchaus unbeabsichtigt) eine ganze Menge Schaden anrichten.

Arbeiten Sie nur dann als `root`, wenn es wirklich erforderlich ist!

Während der Konfiguration des Systems *müssen* Sie als `root` arbeiten, weil Sie sonst die Konfigurationsdateien gar nicht ändern dürften. Einer der ersten Schritte als `root` sollte auf jeden Fall darin bestehen, dass Sie das Kommando `passwd` ausführen und ein Passwort für `root` definieren, falls dies nicht schon während der Installation geschehen ist.

TIPP

Die Veränderung des Passworts für `root` und das Anmelden neuer Benutzer wird in Kapitel 5 ab Seite 147 beschrieben. Hintergrundinformationen über die Verwaltung von Zugriffsrechten auf Dateien finden Sie auf Seite 170.

Je nachdem, wie Linux installiert bzw. konfiguriert wurde, erfolgt der Login im Textmodus oder bereits im Grafikmodus (X Window System). Falls Ihr System einen Text-Login erwartet, müssen Sie das X Window System mit dem Kommando `startx` selbst starten. Wenn eine Login-Box im Grafikmodus erscheint, erscheint nach dem Login automatisch KDE oder Gnome.

Falls `startx` zu Fehlermeldungen führt, hat die Konfiguration des X Window Systems während der Installation nicht korrekt funktioniert. Eine Anleitung, wie Sie diesen Schritt selbst erledigen können, finden Sie in Kapitel 12.

Linux beenden (Shutdown)

VORSICHT

Mindestens ebenso wichtig wie das korrekte Einloggen ist ein ordnungsgemäßes Beenden des Systems. Auf keinen Fall dürfen Sie den Rechner einfach ausschalten! Sie riskieren damit im ungünstigsten Fall ein zerstörtes Dateisystem. Auf jeden Fall werden Sie beim nächsten Neustart mit einer zeitaufwändigen Überprüfung des Dateisystems 'bestraft'.

Das Verlassen von Linux sieht unterschiedlich aus, je nachdem, ob der Login unter X oder im Textmodus erfolgte.

- **Abmelden bei grafischem Login:** Zuerst müssen Sie das laufende Desktop-System verlassen. Unter KDE bzw. Gnome führen Sie dazu das Kommando `ABMELDEN` im Startmenü aus. Sie gelangen jetzt zum grafischen Login-Dialog zurück. Hier können Sie mit dem Button `BEENDEN` das System herunterfahren. Dabei wird nochmals zwischen den Varianten `BEENDEN` und `NEU STARTEN` unterschieden. Im ersten Fall wird der Rechner zum Schluss ausgeschaltet (funktioniert nur bei einem modernen BIOS). Im zweiten Fall wird der Rechner anschließend neu gestartet, und Sie können ein anderes Betriebssystem oder wieder Linux starten.
- **Abmelden im Textmodus:** Im Textmodus erfolgt ein ordnungsgemäßes Herunterfahren des Systems mit dem Kommando `shutdown now`. Dieses Kommando darf allerdings nur von `root` ausgeführt werden. Sobald die Meldung 'System halted' erscheint oder der Rechner neu startet (BIOS-Meldungen), dürfen Sie den Rechner abschalten.

Auf vielen Linux-Systemen gibt es eine bequemere Alternative zum `shutdown`-Kommando: Drücken Sie im Textmodus einfach die Tastenkombination `(Strg)+(Alt)+`

(Entf). Damit kann jeder Anwender (nicht nur root) das Kommando shutdown ausführen.

(Strg)+(Alt)+(Entf) bewirkt nur im Textmodus ein Herunterfahren (nicht aber unter X). Falls Sie unter X arbeiten, müssen Sie vorher entweder X verlassen oder in eine Textkonsole wechseln ((Strg)+(Alt)+(F1)). Eine Notfalllösung ist die Tastenkombination (Strg)+(Alt)+(←), die X sofort gewaltsam beendet. Das ist allerdings nur eine Notlösung. Sie sollten X immer ordnungsgemäß über das vom Desktop vorgesehene Kommando verlassen, damit der aktuelle Zustand des Desktops gespeichert und alle Anwendungen ordnungsgemäß beendet werden können.

TIP

shutdown kann nur von root ausgeführt werden. Wenn Linux auf (Strg)+(Alt)+(Entf) nicht reagiert (je nach Konfiguration in /etc/inittab) und Sie kein root-Passwort besitzen, den Rechner aber dennoch neu starten müssen, sollten Sie vorher zumindest das Kommando sync ausführen. Damit werden alle gepufferten Schreibzugriffe auf die Festplatte ausgeführt. Unmittelbar anschließend schalten Sie Ihren Rechner aus. Das ist allerdings nur eine Notlösung zur Schadensminimierung.

3.2 Tastatur und Maus unter Linux

Unter Linux gelten einige besondere Tastenkombinationen. (Details zum Umgang mit Textkonsolen folgen auf Seite 118. Beachten Sie, dass je nach Konfiguration bzw. Distribution einige Tastenkürzel eine andere oder gar keine Bedeutung haben können.)

Tastenkombinationen in Textkonsolen

(Strg)+(Alt)+(Entf)	Linux beenden (shutdown)
(Alt)+(F1) bis (F6)	in Textkonsole 1 bis 6 wechseln
(Alt)+(F7)	zu X wechseln
(Linke Windows-Taste)	in die vorige Textkonsole wechseln
(Rechte Windows-Taste)	in die nächste Textkonsole wechseln

Tastenkombinationen unter X

(Strg)+(Alt)+(Backspace)	X-Server gewaltsam beenden
(Strg)+(Alt)+(F1) bis (F6)	in Textkonsole 1 bis 6 wechseln (nur unter X)

Die folgenden Tastenkürzel gelten nur in einigen Programmen (z. B. in Editoren, Shell-Fenstern etc.). Die Tastenkürzel sind besonders dann hilfreich, wenn Tasten wie (Entf) oder (Pos1) auf Grund mangelhafter Konfiguration nicht wie vorgesehen funktionieren.

Häufige Tastenkombinationen (je nach Anwendung)

(Strg)+(A)	Shell, viele Editoren: Cursor an den Zeilenanfang (wie (Pos1)) KDE-Programme: gesamten Text markieren
(Strg)+(C)	Shell, Textkonsole: Programm abbrechen KDE/Gnome: Text kopieren
(Strg)+(E)	Shell, Textkonsole: Cursor an das Ende der Zeile (wie (End))
(Strg)+(D)	ein Zeichen löschen (wie (Entf))
(Strg)+(H)	Zeichen rückwärts löschen (wie (Backspace))
(Strg)+(K)	Zeile ab Cursor löschen
(Strg)+(V)	KDE/Gnome: gelöschten Text einfügen
(Strg)+(X)	KDE/Gnome: Markierung löschen
(Strg)+(Y)	gelöschten Text einfügen
(Strg)+(Z)	Shell, Textkonsole: Programm unterbrechen (Fortsetzung mit fg) KDE/Gnome: meistens Undo
(Shift)+(Bild ↑/↓)	Shell, Textkonsole: vorwärts/rückwärts blättern
(Tab)	Shell: Datei- und Kommandonamen vervollständigen

Zu den beiden letzten Zeilen der obigen Tabelle sind etwas ausführlichere Erklärungen erforderlich. Mit **(Shift)+(Bild ↑)** und **(Shift)+(Bild ↓)** können Sie den Bildschirminhalt der Textkonsolen auf- und abscrollen. Auf diese Weise können Sie die Ergebnisse der zuletzt ausgeführten Programme nochmals ansehen, auch wenn sie bereits nach oben aus dem sichtbaren Bildschirmbereich herausgeschoben wurden.

Die Kommandoerweiterung mit **(Tab)** gilt ebenfalls nur in Eingabekonsolen oder Textfeldern. Wenn Sie ein Kommando ausführen oder einen Dateinamen angeben möchten, brauchen Sie nur die ersten Buchstaben eintippen. Anschließend drücken Sie **(Tab)**. Wenn der Dateiname bereits eindeutig erkennbar ist, wird er vollständig ergänzt, sonst nur so weit, bis sich mehrere Möglichkeiten ergeben. Ein zweimaliges Drücken von **(Tab)** bewirkt, dass eine Liste aller Dateinamen angezeigt wird, die mit den bereits eingegebenen Anfangsbuchstaben beginnen.

VERWEIS

In Textkonsolen können Sie Sonderzeichen oft durch die Kombination aus **(Windows-Menütaste)**, **(Taste1)**, **(Taste2)** zusammensetzen, z. B. **(Windows-Menütaste)**, **(o)**, **(a)** zu å. Weitere Details finden Sie auf Seite 160 (Textmodus) und 502 (X).

Unter X gelten je nachdem, ob Sie mit KDE, Gnome oder einem anderen Desktop arbeiten, eine Reihe weiterer Tastenkürzel, die beispielsweise beim Fensterwechsel helfen. Diese Tastenkürzel sind für KDE auf Seite 563 beschrieben, für Gnome auf Seite 576.

Text mit der Maus kopieren

Besonderheiten gibt es auch bei der Maus. Während Sie unter Windows gewohnt sind, Texte mit **(Strg)+(C)** zu kopieren und mit **(Strg)+(V)** wieder einzufügen, wird dazu in Li-

nux einfach die Maus verwendet. Zuerst markieren Sie den Textbereich mit der gedrückten linken Maustaste. (Alternativ können Sie bei manchen Programmen mit der linken Maustaste den Startpunkt, dann mit der rechten Maustaste den Endpunkt des Texts markieren.) Der so markierte Text kann jetzt mit der mittleren Maustaste in ein anderes Programm (oder an eine andere Stelle im Text) eingefügt werden. Das Markieren und Kopieren erfolgt also allein mit der Maus, ohne Tastatur. (Sie brauchen allerdings eine Maus mit drei Tasten!) Wenn Sie sich einmal an diese Methode gewöhnt haben, werden Sie sich immer fragen, warum das unter Windows nicht möglich ist.

3.3 Grafische Benutzeroberflächen

Unter Linux können Sie grundsätzlich in Textkonsolen oder unter X arbeiten. Dabei steht X für das X Window System. Dieses System stellt die Grundlage für alle grafischen Benutzeroberflächen unter Linux dar. Wenn Sie also KDE oder Gnome verwenden, läuft im Hintergrund immer auch X. (Gewissermaßen ist KDE bzw. Gnome eine Sammlung von Programmen, die auf X aufbaut.) Daher gelten alle Textpassagen dieses Buchs, die sich auf X beziehen, automatisch auch für KDE oder Gnome!

Dieser Abschnitt vermittelt einen Schnelleinstieg in KDE und Gnome, weil beinahe jede Distribution eines dieser beiden Desktop-Systeme als Default-System installiert. (Wie Sie in Kapitel 13 lernen werden, kann man aber durchaus auch unter X arbeiten, *ohne* KDE oder Gnome zu verwenden!)

KDE-Schnelleinstieg

Sie erkennen den KDE-Desktop am Buchstaben K (hinterlegt durch ein Zahnrad). Dieses Symbol ist der Ausgangspunkt für das KDE-Startmenü. (Dieser Abschnitt setzt voraus, dass Sie zumindest mit KDE 2 arbeiten. Bei KDE 1 sind einzelne Details ein wenig anders gelöst. Mehr Informationen zu KDE finden Sie in Kapitel 13.)

Prinzipiell orientiert sich die Bedienung von KDE stark an der von Windows. In KDE gibt es eine so genannte Kontrollleiste (normalerweise am unteren Bildschirmrand), über die Sie Programme starten sowie KDE verlassen können. Darüber hinaus gibt es eine Programmleiste, in der für jedes laufende Programm ein Button (Icon) angezeigt wird. Die Icons sind in die Programmleiste integriert und ermöglichen wie die Task-Leiste unter Windows den raschen Wechsel zwischen den Programmen.

Im Unterschied zu Windows kennt KDE auch den Begriff von Arbeitsflächen (die oft auch als virtuelle Desktops bezeichnet werden). Per Default sind meist vier Desktops vorgesehen, zwischen denen Sie auf Knopfdruck wechseln können. Der Sinn dieser Arbeitsflächen besteht darin, dass Sie unterschiedliche Programme in unterschiedlichen Arbeitsflächen starten können. Damit vermeiden Sie das sonst übliche Chaos von Dutzenden sich überlagernden Fenstern.

Die mittlere und die rechte Maustaste haben auf der Arbeitsoberfläche eine besondere Bedeutung. Die mittlere Taste führt zu einem Menü, in dem alle zur Zeit laufenden Programme aufgezählt sind. Das Menü bietet also eine einfache Möglichkeit, zwischen Programmen zu wechseln. Die rechte Taste führt in ein Menü mit einigen elementaren KDE-Kommandos (Online-Hilfe, KDE verlassen etc.).

Auf den Arbeitsflächen werden neben Fenstern auch Icons dargestellt. Diese haben dieselbe Bedeutung wie unter Windows. Sie ermöglichen den raschen Start von Programmen bzw. den bequemen Wechsel in ein bestimmtes Verzeichnis bzw. den einfachen Zugriff auf die Verzeichnisse einer CD-ROM, Diskette oder Windows-Partition.

TIPP

Generell ist unter KDE nie ein Doppelklick erforderlich. Ein einfacher Mausklick reicht zum Start von Programmen bzw. zum Aktivieren von Symbolen. Leider ist das bei KDE 2.1 einzige Feedback nach dem Programmstart leicht zu übersehen: In der Programmleiste wird ein Symbol einer sich drehenden CD angezeigt. Wenn der Start eines größeren Programms etwas länger dauert (z. B. Netscape), haben Sie etwas Geduld, und starten Sie das Programm nicht noch einmal – sonst dauert es noch länger, und das Programm läuft anschließend mehrfach.

Ab KDE 2.2 ist das Feedback übrigens intuitiver: Das Maussymbol verändert sich und verdeutlicht, dass gerade ein Programm geladen wird.

Zu den wichtigsten KDE-Programmen zählt der Konqueror. Dabei handelt es sich um ein Universalprogramm, das gleichermaßen die Funktionen eines Web- und Hilfebrowsers sowie die eines Datei-Managers übernimmt. Das Programm kann auf verschiedene Weisen gestartet werden, am einfachsten durch einen Klick auf das Icon WWW oder durch einen Klick auf das Icon PERSÖNLICHES VERZEICHNIS im KDE-Menü. Die Bedienung des Programms ist weitgehend intuitiv. Viele Operationen können einfach mit Drag & Drop ausgeführt werden.

TIPP

Sowohl beim KDE-Dateimanager als auch bei den meisten anderen KDE-Programmen gelangen Sie mit der rechten Maustaste in ein Kontextmenü, das Kommandos zur Bearbeitung des gerade aktiven Objekts enthält.

Die Konfiguration der meisten KDE-Komponenten (Aussehen der Fenster, Platzierung der Kontrollleiste, Bildschirmhintergrund, Bildschirmschoner etc.) erfolgt durch das so genannte Kontrollzentrum. Auch dieses Programm wird über das KDE-Startmenü aufgerufen.

Gnome-Schnelleinstieg

Gnome erkennen Sie auf Anhieb an dem Fußabdruck-Symbol für das Startmenü. Ähnlich wie bei KDE gibt es auch bei der Bedienung von Gnome viele Ähnlichkeiten zu Microsoft Windows. (Diese Kurzbeschreibung orientiert sich an Gnome 1.4. Mehr Details zu Gnome finden Sie in Kapitel 13.)

Wie bei KDE wird auch Gnome in erster Linie durch eine Kontrollleiste gesteuert. Sie enthält das Startmenü, einige Icons zum Schnellstart wichtiger Programme sowie Icons für alle zurzeit laufenden Programme (Tasks).

Bei Icons in der Kontrollleiste reicht ein einfacher Mausklick zum Start bzw. zur Aktivierung. Bei Icons am Desktop ist dagegen ein Doppelklick erforderlich. (Dieses Verhalten kann über die Nautilus-Optionen verändert werden.)

Im Unterschied zu Windows kennt Gnome auch den Begriff von Arbeitsflächen, von denen es per Default vier gibt. Der Sinn dieser Arbeitsflächen besteht darin, dass Sie unterschiedliche Programme in unterschiedlichen Arbeitsflächen starten können. Damit vermeiden Sie das sonst übliche Chaos von Dutzenden sich überlagernden Fenstern.

Die mittlere und die rechte Maustaste haben auf der Arbeitsoberfläche eine besondere Bedeutung. Mit der mittleren Taste können Sie zu einem der laufenden Programme wechseln, die aktive Arbeitsfläche auswählen, Programme starten etc. Mit der rechten Taste sind nur einige ausgewählte Operationen möglich (z. B. das Öffnen eines neuen Nautilus-Fensters).

Zu den wichtigsten Gnome-Programmen zählt seit Version 1.4 Nautilus. Dabei handelt es sich gewissermaßen um das Gegenstück zum Konqueror. Nautilus dient als Datei-, Hilfe- und Webbrowser. Das Programm kann über das Startmenü oder durch einen Klick auf das Haus-Icon (symbolisiert das Heimatverzeichnis) gestartet werden.

Die Konfiguration der meisten Gnome-Komponenten (Aussehen der Fenster, Platzierung der Kontrollleiste, Bildschirmhintergrund, Bildschirmschoner etc.) erfolgt durch das so genannte Kontrollzentrum. Auch dieses Programm wird über das Startmenü aufgerufen.

3.4 Umgang mit Textkonsolen

Microsoft Windows können Sie ausschließlich im Grafikmodus verwenden. Für Linux gilt das nicht. Linux funktioniert sowohl im Grafikmodus (mit dem X Window System, das die Basis für KDE, Gnome etc. darstellt) als auch in so genannten Textkonsolen. Natürlich ist das Arbeiten unter X intuitiver. Mit Textkonsolen kommen Sie nur in Kontakt, wenn die Konfiguration von X noch nicht durchgeführt wurde oder wenn Sie Linux auf einem alten Rechner betreiben, dessen Hardware einen sinnvollen Betrieb von X nicht zulässt (z. B. nur 8 MByte RAM).

Kurz und gut: Textkonsolen haben auch im Zeitalter grafischer Benutzeroberflächen ihre Berechtigung, und Sie sollten damit umgehen können (was ohnedies kinderleicht ist). In der Standardeinstellung stehen sechs Textkonsolen zur Verfügung. Der Wechsel zwischen diesen Textkonsolen erfolgt mit **(Alt)+(F1)** für die erste Konsole, **(Alt)+(F2)** für die zweite etc.

Bevor Sie in einer Textkonsole arbeiten können, müssen Sie sich einloggen. Wenn Sie mit der Arbeit fertig sind oder wenn Sie sich unter einem anderen Namen anmelden möchten,

müssen Sie sich wieder ausloggen. Dazu drücken Sie einfach **(Strg)+(D)** (anstatt ein neues Kommando einzugeben).

Linux ist ein Multitasking-System. Das bedeutet, dass Sie in der einen Konsole ein Kommando starten, und bis dieses beendet ist, können Sie in der zweiten Konsole etwas anderes erledigen. Sie können sich auch in einer Konsole als `root` anmelden, um administrative Aufgaben zu erledigen, während Sie in der anderen Konsole unter Ihrem normalen Login-Namen E-Mails lesen.

Tipp

Unix/Linux-Benutzer sind aus historischen Gründen so stark mit der Idee von Textkonsolen verbunden, dass sie darauf auch unter X nicht verzichten. Dort werden solche Konsolen natürlich in Form von Fenstern angezeigt und üblicherweise Shell-Fenster genannt. (Eine Shell ist ein Kommandointerpreter, mit dem Kommandos über die Tastatur eingegeben und ausgeführt werden.) Das noch immer populärste Programm zu diesem Zweck ist `xterm`, es gibt aber zahllose Alternativen (`konsole`, `gnome-terminal` etc.). Ein wirklicher Unix-Fan hat mindestens zehn derartige Fenster gleichzeitig offen und verliert nie den Überblick, welcher Benutzer und welches Verzeichnis in welchem Fenster aktiv sind und welches Kommando dort gerade ausgeführt wird ...

3.5 Kommandos, Dateien und Verzeichnisse

Auch wenn die Bedeutung von textorientierten Kommandos abgenommen hat, seit auch unter Linux/Unix grafische Benutzeroberflächen üblich sind, spielen sie noch immer eine große Rolle. Natürlich können Sie Dateien unter KDE mit Konqueror oder unter Gnome mit Nautilus von einem Ort zum anderen verschieben. Sie können dazu aber auch ein `mv`-Kommando eingeben. Mit etwas Übung ist die Ausführung solcher Kommandos deutlich schneller und flexibler als die Bedienung grafischer Tools; und falls Sie unter einer Textkonsole oder via `telnet` über eine Netzwerkverbindung arbeiten, haben Sie ohnedies keine andere Wahl.

Kommandos, Programmausführung, Prozessverwaltung

Mit Linux werden zahllose Kommandos und Programme mitgeliefert. (Die Unterscheidung zwischen Kommandos und Programmen ist eine rein sprachliche. Es handelt sich in jedem Fall um Programme. Als Kommandos werden zumeist kleinere Programme bezeichnet, die zum alltäglichen Umgang mit Linux erforderlich sind.) Zum Ausführen von Kommandos geben Sie einfach den Kommandonamen, eventuell einige Parameter und schließlich **(↵)** ein. In diesem Buch werden die Eingabe eines Kommandos (**fett**) und das Ergebnis so dargestellt:

```

root# ls -l          # Inhalt des aktuellen Verzeichnisses
lrwxrwxrwx  1 root  root   14 Nov 16 13:08 linux -> /usr/src/linux/
-rw-----  1 root  root  7081 Nov 21 15:50 mbox
-rw-r--r--  1 root  root   46 Nov 21 09:29 setup.prot

```

VORSICHT

Das Doppelkreuz # am Beginn einer Zeile bedeutet, dass hier eine Eingabe vom Benutzer root vorgenommen wurde. Wenn in der ersten Textspalte statt # ein \$ angegeben ist, kann das Kommando auch von anderen Anwendern durchgeführt werden. Die beiden Zeichen gelten als Eingabeprompt und werden am Beginn der Eingabezeile automatisch angezeigt. Sie dürfen diese Zeichen *nicht* mit eingeben!

Auf Ihrem Rechner wird vor dem # oder \$ noch das aktuelle Verzeichnis und eventuell der Rechnername angegeben. Auf diese Angaben wird in diesem Buch aus Gründen der Übersichtlichkeit generell verzichtet. Die folgenden Zeilen (bis wieder eine Zeile mit # oder \$ beginnt) sind das Ergebnis des Kommandos.

HINWEIS

In diesem Buch finden Sie bei Kommandozeilen oft ein zweites #-Zeichen angegeben: Dieses Zeichen kennzeichnet jetzt einen Kommentar. Wenn Sie Kommandos eingeben, brauchen Sie Kommentare nicht mit eingeben (obwohl es auch nicht schadet). Die Doppelbedeutung von # als root-Prompt und als Kommentarzeichen kann manchmal Verwirrung stiften, insbesondere, wenn in diesem Buch Listings abgedruckt werden, die mit Kommentaren eingeleitet werden. Die richtige Bedeutung des Zeichens geht aber aus dem Zusammenhang immer eindeutig hervor.

Manchmal reicht der Platz in diesem Buch nicht aus, um ein Kommando in einer einzigen Zeile abzudrucken. In solchen Fällen wird das Kommando über mehrere Zeilen verteilt, die durch das Zeichen \ getrennt sind. Das sieht dann beispielsweise so aus:

```

root# find /home -group users \
      -ctime -5

```

Sie können dieses Kommando nun ebenfalls zweizeilig eingeben – dann müssen Sie die erste Zeile wie im Buch mit \ abschließen. Sie können die zwei Zeilen aber auch einfach zusammenziehen – dann entfällt das Zeichen \!

TIPP

Sie können Kommandos auch im Hintergrund ausführen. Das bedeutet, dass Sie nicht auf das Programmende warten brauchen, sondern sofort weiterarbeiten können. Dazu geben Sie am Ende der Kommandozeile das Zeichen & an. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich vor allem für Kommandos, deren Ausführung relativ lange dauert.

Wie in diesem Kapitel bereits erwähnt wurde, sollten Sie normalerweise nicht als `root` arbeiten (es sei denn, Sie führen administrative Tätigkeiten durch). Auch wenn Sie als gewöhnlicher Benutzer eingeloggt sind, können Sie bequem und rasch ein Kommando als `root` ausführen. Führen Sie in der aktuellen Konsole bzw. im Shell-Fenster einfach `su -l` aus. Damit loggen Sie sich als `root` ein. (Dazu müssen Sie natürlich das `root`-Passwort kennen.) Nun können Sie als `root` textorientierte Kommandos ausführen. `exit` oder **(Strg)+(D)** führt wieder zurück zum ursprünglichen User.

Falls Sie nach `su -l` ein X-, KDE- oder Gnome-Programm ausführen möchten, wird es ein wenig komplizierter. Details finden Sie auf Seite 538.

Verzeichnisse

Mit `cd` können Sie wie unter DOS das aktuelle Verzeichnis wechseln. `pwd` zeigt das aktuelle Verzeichnis an. Ein wesentlicher Unterschied zwischen DOS und Linux besteht darin, dass als Trennzeichen zwischen den Verzeichnissen `/` (und nicht `\`) verwendet wird. Wenn Sie irrtümlich `\` verwenden, meldet sich Linux meistens mit der Fehlermeldung, dass die angegebene Datei nicht existiert. Diese Fehlermeldung resultiert daraus, dass Linux `\` und das nachfolgende Zeichen als Sonderzeichen interpretiert.

Neu ist auch der Begriff des Heimatverzeichnisses. (Oft wird auch die Bezeichnung Home-Verzeichnis verwendet.) Nach dem Einloggen befinden Sie sich automatisch in einem Verzeichnis, das Ihnen allein gehört. Die darin enthaltenen Dateien und Unterverzeichnisse gehören Ihnen. Sie können allen anderen Systembenutzern (mit Ausnahme von `root`) die Bearbeitung dieser Daten – sogar das Lesen des Dateiverzeichnisses mit `ls` – verbieten.

Das Heimatverzeichnis wird mit der Tilde `~` abgekürzt. Bei `root` heißt das Heimatverzeichnis `/root`. Bei fast allen anderen Linux-Anwendern befindet sich das Heimatverzeichnis in `/home/name`. Mit `cd` ohne Angabe weiterer Parameter wechseln Sie in das Heimatverzeichnis zurück.

Das Dateisystem beginnt mit dem Wurzelverzeichnis `/`. Auch wenn das Dateisystem mehrere Festplatten oder ein CD-ROM-Laufwerk umfasst, bilden diese Laufwerke alle einen einheitlichen Verzeichnisbaum. Die Daten des CD-ROM-Laufwerks werden üblicherweise mit `/cdrom` oder `/mnt/cdrom` angesprochen. Aus diesem Grund besteht unter Linux keine Notwendigkeit für die Laufwerksbuchstaben `A:`, `C:` etc., die unter DOS üblich sind.

Einen Überblick über den weit verzweigten Linux-Verzeichnisbaum finden Sie auf Seite 220. Dabei geht es vor allem um die Frage, nach welchen Kriterien die Dateien im Verzeichnisbaum verteilt sind.

Dateien

Das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses kann mit `ls` angezeigt werden. Mehr Informationen erhalten Sie mit `ls -l`. Mit dieser Option entspricht `ls` weitgehend dem DOS-Kommando `DIR`. Dateinamen, die mit einem Punkt beginnen, werden von `ls` normalerweise nicht angezeigt, sie sind also unsichtbar. Aus diesem Grund werden solche Dateinamen oft für Konfigurationsdateien verwendet. Damit `ls` auch diese Dateien anzeigt, muss zusätzlich die Option `-a` verwendet werden.

Beachten Sie bitte, dass Linux bei den Dateinamen zwischen Groß- und Kleinbuchstaben unterscheidet. `readme`, `Readme` und `README` bezeichnen drei verschiedene Dateien! Dateinamen dürfen im Linux-Standarddateisystem 255 Zeichen lang sein.

Mit `cp` können Sie Dateien kopieren, mit `mv` umbenennen und mit `rm` löschen. Dabei ist auch die Angabe von Joker-Zeichen erlaubt, die ähnlich, aber nicht genauso wie unter DOS funktionieren. Der für den Anfang wichtigste Unterschied besteht darin, dass `*` alle Dateien erfasst, während `*.*` nur solche Dateien erfasst, die einen Punkt im Dateinamen haben. Gehen Sie am Anfang vorsichtig mit Jokerzeichen um, besonders in Kombination mit `rm`! Wenn Sie statt `rm` das Kommando `echo` verwenden, werden alle durch eine Kombination von Jokerzeichen erfassten Verzeichnisse und Dateien auf dem Bildschirm angezeigt (z. B. `echo *.tex`).

Wenn Sie eine Datei suchen, verwenden Sie am einfachsten das Kommando `find -name '*name*'`. Linux durchsucht dann den gesamten Verzeichnisbaum ab dem gerade aktuellen Verzeichnis nach einem Dateinamen, in dem `name` vorkommt. Wenn Sie vorher in das Wurzelverzeichnis `/` wechseln, wird das gesamte Dateisystem durchsucht. Das kann ziemlich lange dauern, besonders wenn ein CD-ROM-Laufwerk eingebunden ist.

TIPP

Die Funktion der Jokerzeichen wird ab Seite 207 beschrieben. Eine Referenz aller Kommandos zur Dateiverwaltung finden Sie in Kapitel 22 ab Seite 917.

3.6 CD-ROMs, Disketten und Windows-Partitionen

Etwas ungewohnt für Windows-Anwender ist die Art und Weise, wie unter Linux auf CD-ROMs, Disketten sowie auf Windows-Partitionen zugegriffen wird. Anders als unter Windows gibt es dafür keine Buchstaben. Stattdessen erfolgt der Zugriff direkt über ein Verzeichnis des Dateisystems. Der Inhalt einer CD-ROM steht dann beispielsweise unter dem Verzeichnis `/cdrom` oder `/mnt/cdrom` zur Verfügung.

Der zweite Unterschied besteht darin, dass externe Datenträger bzw. fremde Partitionen explizit in das Dateisystem eingebunden werden. Falls Sie in einer Textkonsole arbeiten, müssen Sie zum Einbinden des Datenträgers das Kommando `mount` ausführen.

Beinahe genauso kompliziert ist es, die CD-ROM (oder einen anderen Datenträger) wieder aus dem Laufwerk zu entfernen. Das ist erst erlaubt, nachdem die CD-ROM wieder vom Dateisystem getrennt wurde (Kommando `umount`). Dieses Kommando kann allerdings erst dann ausgeführt werden, wenn kein Programm mehr auf Daten der CD-ROM zugreift. Als Zugriff gilt auch, wenn in irgendeinem Programm (Dateimanager, Shell-Fenster, Konsole) das aktuelle Verzeichnis ein CD-ROM-Verzeichnis ist.

VERWEIS

Dieser Abschnitt beschreibt den Zugriff auf Laufwerke und Partitionen nur in einer sehr stark gekürzten Fassung. Das gesamte dazugehörige Hintergrundwissen, etwa zum Aufbau der Datei `/etc/fstab` oder zu den Grundlagen unterschiedlicher Dateisysteme, ist sehr ausführlich in Kapitel 6 beschrieben.

KDE, Gnome

Wenn Sie unter KDE oder Gnome arbeiten, vereinfacht sich die Sache ein wenig. Die meisten Installationsprogramme sehen für alle gefundenen Laufwerke (CD-ROM, Diskette) sowie für alle erkannten Windows-Partitionen Icons vor. Wenn Sie eines dieser Icons anklicken, wird das betroffene Laufwerk automatisch in das Dateisystem eingebunden. Außerdem erscheint der Dateimanager in einem neuen Fenster mit dem Inhalt des Datenträgers.

Bevor Sie die Diskette bzw. CD-ROM wieder aus dem Laufwerk nehmen können, müssen Sie den Dateimanager (und alle anderen Programme, die auf den Datenträger zugreifen) beenden. Anschließend klicken Sie das Laufwerk-Icon mit der rechten Maustaste an und führen im Kontextmenü das Kommando `UNMOUNT` aus.

HINWEIS

Vereinzelt verwenden Distributionen so genannte Supermount- oder Automount-Verfahren. Dabei verhält sich das System eher wie unter Windows gewohnt. Bei einem Zugriff auf das `/cdrom`-Verzeichnis wird die CD-ROM automatisch in das Dateisystem eingebunden. Wenn Sie die CD aus dem Laufwerk entfernen, wird sie automatisch wieder aus dem Dateisystem entfernt. Hintergründe zu den diversen Super- und Automount-Verfahren finden Sie ab Seite 250.

Manueller Zugriff auf CD-ROMs

Wenn Sie in einer Textkonsole arbeiten bzw. wenn kein entsprechend konfigurierter Desktop zur Verfügung steht, müssen Sie `mount` und `umount` selbst durchführen. Im einfachsten Fall lauten die Kommandos:

```
root# mount /cdrom
root# umount /cdrom
```

Bei manchen Distributionen müssen Sie statt `/cdrom` ein anderes Verzeichnis angeben – z. B. `/mnt/cdrom`. Das erforderliche Verzeichnis können Sie feststellen, wenn Sie sich die Datei `/etc/fstab` ansehen. Dort sind alle bekannten Laufwerke und Partitionen mit dem unter Linux gültigen Verzeichnis aufgezählt.

Je nach Konfiguration dürfen das Kommandos `mount` und `umount` nur von `root` ausgeführt werden.

Manueller Zugriff auf Windows-Disketten

Im Prinzip gilt dieselbe Vorgehensweise auch für Disketten. Statt `/cdrom` verwenden Sie nun `/floppy` bzw. `/mnt/floppy`.

```
root# mount /mnt/floppy
root# umount /mnt/floppy
```

Wenn es nur darum geht, eine einzelne Datei auf eine Diskette mit DOS/Windows-Formatierung zu schreiben bzw. von dort zu lesen, können Sie sich die Mühe mit `mount` und `umount` auch sparen. Stattdessen können Sie einfach die Kommandos `mdir`, `copy` etc. verwenden. Das Inhaltsverzeichnis einer Diskette können Sie beispielsweise so ermitteln:

```
root# mdir A:
```

Einen Überblick über diese Kommandos finden Sie auf Seite 956. Beachten Sie bitte, dass diese Kommandos nicht bei jeder Distribution automatisch installiert sind und dass sie nicht für Linux-Disketten verwendet werden können (also nicht für Disketten mit `ext2`-Dateiformat).

Manueller Zugriff auf Windows-Partitionen

Die Verzeichnisse zum Lesen/Schreiben aus Windows-Partitionen sind ebenfalls bei jeder Distribution anders (siehe `/etc/fstab`):

Mandrake: `/mnt/win_c`, `/mnt/win_d` etc.

Red Hat: sieht per Default keinen Zugriff auf Windows-Partitionen vor

SuSE: `/windows/C`, `/windows/D`

Soweit diese Verzeichnisse nicht bereits in das Dateisystem integriert sind, müssen Sie auch hier `mount` ausführen. Per Default ist das oft aus Geschwindigkeits- und Sicherheitsgründen nicht der Fall. Generell können Sie Daten in Windows-9x/ME-Partitionen lesen und verändern, Daten in Windows-NT/2000/XP-Partitionen dagegen nur lesen.

Mit dem Kommando `df` können Sie feststellen, welche Laufwerke und Partitionen momentan in das Dateisystem eingebunden sind und wie viel Speicher dort noch frei ist. Im Beispiel unten sind außer dem Startverzeichnis `/` noch ein CD-ROM-Laufwerk und eine fast volle Windows-Partition in das Dateisystem eingebunden.

```
root# df
Filesystem    1k-blocks    Used Available Use% Mounted on
/dev/hdb8      2521936    1545660    848160   65% /
/dev/hdd       7989184    7989184         0  100% /cdrom
/dev/hda5      819056     818192     864    100% /windows/D
```


3.7 Textdateien anzeigen und editieren

Um einen Text am Bildschirm anzuzeigen, können Sie die Kommandos `cat`, `more` und `less` verwenden. `cat` entspricht dem DOS-Kommando `TYPE` und zeigt die Datei ohne Pause bis zu ihrem Ende an. `more` und `less` ermöglichen ein seitenweises Betrachten des Textes. Bei `less` können Sie sich frei mit den Cursortasten im Text bewegen (sogar rückwärts). `more` wird beim Erreichen des Dateiendes automatisch beendet, `less` müssen Sie durch die Eingabe von `(Q)` dazu auffordern. `more` und `less` können auch als Filter zur seitenweisen Anzeige anderer Informationen verwendet werden.

```
user$ cat datei      # zeigt die ganze Textdatei an
user$ more datei     # seitenweise Anzeige der Datei
user$ less datei     # seitenweise Anzeige der Datei, auch rückwärts
user$ ls -l | more   # seitenweise Anzeige des Dateiverzeichnisses
```

TIPP

Wenn Sie mit einem dieser drei Programme eine Datei anzeigen, die keine Texte, sondern binäre Daten enthält, kann es passieren, dass der Terminalemulator diese Daten als Sonderzeichen interpretiert und dabei durcheinander kommt. In diesem Fall werden am Bildschirm nur noch seltsame Zeichen angezeigt, d. h. die Zuordnung des Zeichensatzes stimmt nicht mehr. Um Abhilfe zu schaffen, führen Sie das Kommando `reset` aus.

Text-Editoren

Solange Sie mit KDE oder Gnome arbeiten, stehen Ihnen zahlreiche komfortable Programme zum Anzeigen bzw. Verändern von Textdateien zur Verfügung – unter KDE beispielsweise `kedit` und `kwrite`, unter Gnome etwa `gedit`. Die Bedienung dieser Programme ist so intuitiv, dass hier keine weitere Beschreibung erforderlich ist.

Darüber hinaus gibt es aber auch zahlreiche Editoren, die in einer Textkonsole bzw. in einem Shell-Fenster ausgeführt werden können. Das ist besonders dann praktisch, wenn X aus irgendeinem Grund nicht verwendet werden kann.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die wichtigsten Editoren. (Welche dieser Editoren tatsächlich auf Ihrem System installiert ist, hängt von der Distribution und dem Installationsumfang aus.)

TIPP

Achten Sie beim Editieren von Konfigurationsdateien darauf, dass auch die letzte Zeile mit `(↵)` abgeschlossen wird. Manche Linux-Programme bearbeiten Dateien nicht korrekt, wenn in der letzten Zeile das Zeilenende fehlt. (Das gilt natürlich auch dann, wenn Sie mit einem anderen Editor arbeiten.)

Emacs, Jove und Jed

Eine Sonderrolle unter den Editoren nehmen der GNU Emacs und der dazu kompatible XEmacs ein (Start mit `emacs` bzw. `xemacs`). Diese Editoren enthalten unglaublich viele Funktionen und ersetzen für viele Programmierer eine ganze Entwicklungsumgebung. Da verwundert es nicht, dass es in diesem Buch ein eigenes Kapitel gibt, das sich ausschließlich mit diesen zwei Editoren beschäftigt (siehe Seite 1017).

Dieser Abschnitt fasst vorerst aber nur die elementaren Kommandos zusammen. Die Kommandos gelten auch für die Editoren `jove` und `jed`. Dabei handelt es sich um Minimalversionen des Emacs, die aber in den elementaren Funktionen kompatibel sind.

Emacs-Tastenkürzel

<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Strg)+(F)</code>	lädt eine neue Datei
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Strg)+(S)</code>	speichert die aktuelle Datei
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Strg)+(W)</code>	speichert die Datei unter einem neuen Namen
<code>(Strg)+(G)</code>	bricht die Eingabe eines Kommandos ab
<code>(Strg)+(K)</code>	löscht eine Zeile
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(U)</code>	macht das Löschen rückgängig (Undo)
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Strg)+(C)</code>	beendet den Emacs (mit Rückfrage zum Speichern)

Im `jed` kann `(Entf)` erst verwendet werden, wenn zuvor ein Bereich markiert wurde. Dazu wird das erste Zeichen mit `(Strg)+(Leertaste)` gekennzeichnet und der Cursor an das Ende des Bereichs gestellt. `(Entf)` löscht den Bereich, `(Einf)` fügt ihn (an anderer Stelle) wieder ein. In diesem Punkt unterscheidet sich `jed` vom Original-Emacs.

Joe

`joe` ist ein sehr einfacher Editor. Die Tastenkürzel sind zumeist dem nicht mehr ganz neuen Textverarbeitungsprogramm Wordstar nachempfunden. Wenn `joe` mit der Option `-asis` gestartet wird, kommt das Programm sogar mit deutschen Sonderzeichen zurecht.

Mit `man joe` erhalten Sie einen umfangreichen Hilfetext zu `joe`. Dieser Text beschreibt alle weiteren Kommandos. `joe` kann mit Hilfe der Datei `~/.joerc` konfiguriert werden. Als Ausgangsbasis kann `/usr/lib/joe/joerc` verwendet werden.

Joe-Tastenkürzel

<code>(Strg)+(K)</code> , <code>(H)</code>	blendet das Hilfefenster ein/aus
<code>(Strg)+(K)</code> , <code>(E)</code>	lädt eine neue Datei
<code>(Strg)+(K)</code> , <code>(D)</code>	speichert die Datei (wahlweise unter neuem Namen)
<code>(Strg)+(Y)</code>	löscht eine Zeile
<code>(Strg)+(Shift)+(O)</code>	macht das Löschen rückgängig (Undo)
<code>(Strg)+(C)</code>	beendet joe (mit Rückfrage zum Speichern)

pico

Noch bescheidener im Befehlsumfang, dafür aber auch einfacher zu bedienen, ist `pico`. Dieser Editor steht nur zur Verfügung, wenn Sie das E-Mail-Programm `pine` installiert haben. Der Vorteil des `pico`: Die beiden unteren Bildschirmzeilen zeigen eine Übersicht der zur Verfügung stehenden Kommandos an. Eine Kurzbeschreibung des `pico` finden Sie auf Seite 732.

vi, vim und elvis

`vim` und `elvis` sind zwei `vi`-kompatible Editoren. Der Original-`vi` ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht Teil von Linux. Das Kommando `vi` kann aber zumeist dennoch ausgeführt werden und bewirkt dann automatisch den Start von `vim` oder `elvis`.

Die Bedienung des `vi` ist (höflich formuliert) etwas unkonventionell. (`vi`-Profis behaupten freilich hartnäckig, dass es keinen besseren Editor gebe.) Obwohl der Editor für Linux-Einsteiger also kaum die erste Wahl darstellt, ist eine kurze Beschreibung hier dennoch angebracht:

- Der `vi` ist vergleichsweise kompakt und steht eventuell auch dann zur Verfügung, wenn kein anderer Editor läuft (etwa bei Wartungsarbeiten, wenn Linux von einer Notfalldiskette gebootet wurde).
- Der `vi` steht unter praktisch allen Unix-Systemen zur Verfügung und stellt insofern einen Standard dar. Aus diesem Grund wird der `vi` von diversen Programmen automatisch als Editor aufgerufen, wenn dies nicht explizit durch eine entsprechende Konfiguration verhindert wird. In solchen Fällen müssen Sie zumindest wissen, wie Sie den Editor wieder verlassen können.

Da ich selbst kein besonderer `vi`-Fan bin, beschränkt sich die `vi`-Einführung auf das folgende Zitat eines News-Beitrags von Oliver Rebach (mit dessen freundlicher Zustimmung, danke!). Der Beitrag entstand übrigens im Rahmen einer hitzigen Debatte in `de.comp.os.unix.linux.misc`, ob und wie ausführlich der `vi` in diesem Buch beschrieben werden soll ...

Das ist der Editor. Heißt `vi`. Du brauchst jetzt sechs Funktionen: mit `(I)` fügst Du ein, mit `(Esc)` hörst Du damit auf, `(X)` löscht ein Zeichen, `(D)(D)` eine Zeile. Mit `(:)(W)(Q)` `dateiname` speicherst Du, und `(:)(Q)!` bricht ab. Alles verstanden? Prima, Rest bringst Du Dir später selbst bei.

Der wichtigste fundamentale Unterschied zu anderen Editoren besteht also darin, dass der `vi` zwischen verschiedenen Modi unterscheidet. Die Texteingabe ist nur im Insert-Modus möglich. Die Eingabe der meisten Kommandos erfolgt im Complex-Command-Modus, der mit `(:)` aktiviert wird. Vorher muss gegebenenfalls der Insert-Modus durch `(Esc)` verlassen werden. Abschließend folgt hier noch eine Referenz der elementaren Kommandos:

vi-Tastenkürzel

I	wechselt in den Insert-Modus
Esc	beendet den Insert-Modus
H / L	Cursor-Bewegung links/rechts
J / K	Cursor-Bewegung ab/auf
X	löscht ein Zeichen
D D	löscht die aktuelle Zeile
P	gelöschte Zeile an der Cursor-Position einfügen
U	generelles Undo
:	wechselt in den Complex-Command-Modus

Kommandos im Complex-Command-Modus

:w name	speichert den Text unter einem neuen Namen
:wq	speichert und beendet den vi
:q!	beendet den vi, ohne zu speichern
:help	startet die Online-Hilfe

Kapitel 4

Dokumentation zu Linux

Zu Linux gibt es unglaublich viel Dokumentation, die teilweise gleich mitgeliefert wird und teilweise im Internet zu finden ist. Als letzte Rettung (für Experten) bietet sich schließlich der Blick in den Quellcode an, der oft ebenfalls gut dokumentiert ist.

Dieses Kapitel gibt einen zusammenfassenden Überblick darüber, welche Dokumentationsdateien es gibt, wo sie sich befinden und wie sie gelesen werden können. Das Kapitel beschreibt die verschiedenen Formen der Online-Dokumentation in einem laufenden Linux-System: `man`- und `info`-Texte, FAQs (Frequently Asked Questions), HOWTOs etc.

4.1 man – Das Online-Handbuch zu fast allen Kommandos

man ist ein Programm zur Anzeige der Online-Dokumentation zu vielen Programmen und C-Funktionen. Die Konzeption von man-Seiten zur Online-Dokumentation für Unix-Systeme ist zeitlich gesehen schon ziemlich alt. Deshalb stehen man-Seiten vor allem für die traditionellen Unix-Kommandos, für viele C-Funktionen und für zahlreiche Datenformate zur Verfügung.

Tipp

Die man-Texte zu einigen wichtigen Kommandos liegen auch in deutscher Übersetzung vor. Allerdings muss dazu ein entsprechendes Paket installiert werden, das nur mit wenigen Distributionen mitgeliefert wird (etwa `ger_man` bei SuSE).

Der größte Nachteil von man-Seiten ist die fehlende Strukturierung der Texte, die sich vor allem bei langen man-Texten negativ auswirkt. Aus diesem Grund erfolgt die Dokumentation zu GNU-Programmen häufig durch `info`, das Querverweise innerhalb des Hilfetextes ermöglicht. `info` ist im nächsten Abschnitt beschrieben.

Es gibt mehrere Programme zur Anzeige von man-Texten: Die beiden am häufigsten benutzten Versionen sind `man` für den Textmodus und `xman` für das X Window System. Noch komfortabler als `xman` ist `tkman`, allerdings steht diese Variante auf vielen Systemen nicht zur Verfügung und setzt eine Tcl/Tk-Installation voraus. Manche Distributionen liefern schließlich HTML-Versionen der man-Seiten mit (oder ein Programm zur dynamischen Konvertierung), sodass die Dokumentation auch mit einem Webbrowser gelesen werden kann.

Die folgenden Abschnitte gehen zuerst auf `man`, `xman` und `tkman` ein; anschließend folgen einige Informationen über die interne Organisation und Formatierung von man-Dateien.

Tipp

Falls Sie KDE oder Gnome installiert haben, können Sie man-Texte auch komfortabel mit den jeweiligen Help- oder Webbrowsern lesen. Die folgenden Beispiele zeigen, wie Sie die man-Seite zu `ls` und ein Inhaltsverzeichnis aller man-Seiten anzeigen können.

```
user$ gnome-help-browser man:ls
user$ gnome-help-browser whatis:ls
user$ gnome-help-browser toc:man
user$ khelpcenter man:ls
user$ khelpcenter 'man:(index)'
```

Im KDE-Programm `konqueror` können Sie ab Version 2.2 man-Texte noch effizienter durch `#kommando` aufrufen.

Bedienung von *man*

```
man [optionen] [bereich] thema
```

man sucht die als Thema angegebene Manual-Datei in allen dem System bekannten *man*-Verzeichnissen. Wenn statt eines Themas ein Dateiname angegeben wird (etwa `/cdrom/man/man1/abc.1`), dann wird der Inhalt dieser Datei angezeigt.

- a zeigt der Reihe nach alle gleichnamigen *man*-Seiten an. (Ohne diese Option wird gewöhnlich nur die erste von mehreren gleichnamigen Dateien aus unterschiedlichen Themengebieten angezeigt. Bei manchen Linux-Distributionen gilt -a aber als Defaulteinstellung.)
- f *schlüsselwort*
zeigt die Bedeutung eines Schlüsselworts an (einen einzeiligen Text). Die Option entspricht `whatis wort`.
- k *schlüsselwort*
zeigt eine Liste aller vorhandenen *man*-Texte an, in denen das Schlüsselwort vorkommt. Dabei wird allerdings keine Volltextsuche durchgeführt. Vielmehr werden nur die Schlüsselwörter jedes *man*-Textes analysiert. Die Option entspricht `apropos wort` bzw. `SEARCH APROPOS` im *xman*.
- S *bereichsliste*
berücksichtigt nur die angegebenen Themenbereiche. Die Option ist dann nützlich, wenn zwischen mehreren gleichnamigen *man*-Texten unterschieden wird.

Die optionale Angabe eines Bereichs schränkt die Suche nach *man*-Texten auf einen Themenbereich ein – etwa `man 3 printf`. Das ist dann notwendig, wenn mehrere gleichnamige *man*-Texte in unterschiedlichen Themenbereichen existieren. *man* zeigt in diesem Fall nur den ersten gefundenen *man*-Text an.

TIPP

Falls die Optionen -f und -l bzw. die Kommandos `whatis` und `apropos` nicht funktionieren, fehlt wahrscheinlich eine Datenbank mit den Inhaltsangaben zu den *man*-Texten. Abhilfe schafft die Ausführung des Programms `/usr/sbin/make-whatis`.

In vielen Unix- und Linux-Büchern werden zusammen mit den Kommandos gleich die *man*-Nummern angegeben – etwa `find(1)`. Damit wissen Sie gleich, wie Sie *man* aufrufen müssen. *man* kennt die Themenbereiche 1 bis 9 und n. (Manchmal werden Kommandos von Programmiersprachen in zusätzlichen Bereichen mit anderen Buchstaben eingeordnet.)

- 1 Benutzerkommandos
- 2 Systemaufrufe
- 3 Funktionen der Programmiersprache C
- 4 Dateiformate, Device-Dateien
- 5 Konfigurationsdateien
- 6 Spiele
- 7 Diverses
- 8 Kommandos zur Systemadministration
- 9 Kernel-Funktionen
- n Neue Kommandos

Wenn Sie alle gleichnamigen man-Texte (aus allen Bereichen) lesen möchten, müssen Sie man mit der Option -a verwenden. man zeigt jetzt den ersten gefundenen man-Text an. Sobald Sie den Text gelesen haben und man mit **Q** beenden, erscheint der man-Text zum nächsten Abschnitt.

Sobald ein man-Text einmal auf dem Bildschirm angezeigt wird, stehen – sofern in `/usr/lib/man.config` als Anzeigeprogramm `less` eingestellt wurde – unter anderem die folgenden Tastenkürzel zur Navigation im Text zur Verfügung:

man-Tastenkürzel

C ursortasten	Text nach oben oder unten verschieben
P ost1, E nde	an den Beginn/das Ende des Textes springen
Y , E	Zeile nach oben oder nach unten
U , D	Seite nach oben (up) oder nach unten (down)
G , (Shift)+G	an den Beginn/das Ende des Textes springen
/ muster (←)	vorwärts suchen
? muster (←)	rückwärts suchen
N	Suche vorwärts wiederholen (next)
(Shift)+N	Suche rückwärts wiederholen
Q	beenden (quit)
H	Hilfetext mit weiteren Tastenkürzeln anzeigen

Besonderheiten der X-Variante xman

Der Start von xman erfolgt üblicherweise als Hintergrundprogramm, sodass im Terminalfenster weitergearbeitet werden kann. Nach xman & erscheint im spröden Charme früherer X-Programme ein kleines Steuerungsfenster, über das mit dem Button **HELP** ein Hilfetext zur Bedienung von xman angezeigt werden kann. **MANUAL PAGE** führt zu einem größeren Fenster, in dem der gewünschte Hilfetext ausgesucht werden kann. Es besteht keine Möglichkeit, xman das gewünschte Hilfethema direkt beim Aufruf als Parameter zu übergeben, wie das bei man der Fall ist.

xman [optionen]

-bothshown

teilt das Hauptfenster in zwei Abschnitte (Themenliste und Hilfetext).

-notopbox

startet xman ohne das Steuerungsfenster.

Im Hauptfenster können Sie sich über das Menü SECTION für jeden der neun Hilfetemenbereiche eine Liste der zur Verfügung stehenden Texte ansehen. Das gewünschte Thema wird durch Anklicken mit der Maus ausgewählt.

Das interessanteste Menükommando lautet SEARCH: Damit kann rasch ein bestimmtes HilfetHEMA gesucht und angezeigt werden. Wenn die Suche mit APROPOS beendet wird, zeigt xman eine Liste von Themen an, in denen der Suchbegriff vorkommt. (Die Apropos-Suche ist allerdings keine Volltextsuche. Es werden lediglich die Schlüsselwörter zu jedem man-Text durchsucht.)

xman unterstützt die Maus nicht nur bei der Themenauswahl und beim Scrollen des man-Textes. Mit (Shift) und der mittleren Maustaste können Sie sehr rasch zwischen dem Themenverzeichnis und dem man-Text wechseln. (Strg) und die linke Maustaste führen zur Anzeige des OPTIONS-Menüs, (Strg) und die mittlere Maustaste zur Anzeige des SECTIONS-Menüs.

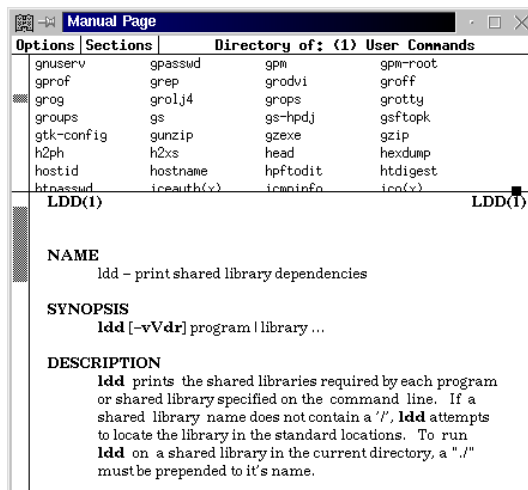


Abbildung 4.1: man-Texte mit xman lesen

Die Tastenkürzel innerhalb von xman stimmen leider nicht mit denen von man überein. Insbesondere können die Cursorstasten nicht zum Scrollen des Hilfetextes verwendet werden.

xman-Tastenkürzel

(F) , (B)	eine Seite vor (forward) oder zurück (backward)
(Leertaste)	eine Seite vor
(1) bis (4)	ein bis vier Zeilen vor
(Strg)+(S)	Manual-Text suchen

man-Interna

Die zentrale Steuerungsdatei für man ist `/etc/man.config`. Dort sind die Pfade für diverse Dateien eingestellt. Unter anderem ist in dieser Datei fixiert, dass zur Anzeige von man-Texten das Programm `less` verwendet wird. (Aus diesem Grund stimmen die Tastaturkommandos zur Steuerung von man und `less` während der Anzeige eines Textes überein.)

Eine Veränderung von `man.config` ist in der Regel nicht erforderlich. Wenn Sie zusätzliche Verzeichnisse angeben möchten, in denen man suchen soll, können Sie in `/etc/profile` die Umgebungsvariable `MANPATH` entsprechend einstellen. In der Standardkonfiguration sucht man in den folgenden Verzeichnissen nach Manual-Texten:

```
/usr/man  
/usr/local/man  
/usr/X11R6/man
```

Jedes dieser Verzeichnisse hat die Unterverzeichnisse `man1` bis `mann` mit man-Quelltexten. Damit diese Texte auf dem Bildschirm angezeigt werden können, müssen sie mit dem Programm `groff` in das ASCII-Format übersetzt werden. Damit dieser Vorgang nicht bei jedem Lesen wiederholt werden muss, werden die formatierten man-Texte in eigenen Verzeichnissen gespeichert (entweder `cat1` bis `catn` in den oben erwähnten Verzeichnissen oder in einem eigenen Unterverzeichnis `/var/man` bzw. `/var/catman`. Manchmal werden man-Texte auch nur in der formatierten Form installiert (um Platz zu sparen) – das ist aber ungünstig, wenn der Text ausgedruckt werden soll.

Die Konfiguration von xman kann zusätzlich durch Einträge in `~/.Xdefaults` bzw. `~/.Xresources` verändert werden (siehe xman-Manualtext).

4.2 info – Hypertext-Online-Hilfe

`info` ist ein wesentlich leistungstärkeres Programm als `man`. Es eignet sich besonders zur Darstellung umfangreicher Hilfetexte, weil es mit Querverweisen über mehrere Dateien zurechtkommt. `info` ist das bevorzugte Dokumentationsformat für alle GNU-Tools (etwa `find`, `grep`), für den GNU-C-Compiler mit allen Erweiterungen und Library-Funktionen und für den Emacs.

Tipp

Statt `info` können Sie auch den Editor `emacs` oder `xemacs` starten und mit `(Alt)+(X) info (←)` oder mit `(Strg)+(H), (I)` in den Info-Modus wechseln (siehe auch Seite 1028). Dort werden alle Querverweise farbig hervorgehoben und können durch einen Klick mit der mittleren Maustaste bequem verfolgt werden.

`info`-Texte sind meistens im Verzeichnis `/usr/info` gespeichert (je nach System auch in `/usr/local/info` oder `/usr/share/info`). Umfangreiche Hilfetexte sind normalerweise auf mehrere komprimierte Dateien verteilt, deren Dateiname mit `.info-nn.gz` oder nur mit `--nn.gz` endet.

info [optionen] [thema]

`info` wird üblicherweise mit dem Parameter `thema` aufgerufen. Das Thema gibt an, welche Info-Datei aus dem `/usr/info`-Verzeichnis betrachtet werden soll. Wenn `info` ganz ohne Parameter gestartet wird, zeigt das Programm eine Übersicht der verfügbaren Hilfethemen an (Datei `/usr/info/dir`). Themen, die in `dir` nicht enthalten sind, können nur über die Option `-f` betrachtet werden! Das ist beispielsweise für die `elisp`-Dateien (Dokumentation zur Lisp-Programmierung für den Emacs) der Fall. `info` kann daher nicht automatisch alle `info`-Dateien bearbeiten, die sich in `/usr/info` befinden.

-f datei

lädt die angegebene Datei statt einer Datei aus `/usr/info`. Im Gegensatz zum Thema muss der Dateiname vollständig angegeben werden (`jarg300.info.gz` und nicht nur `jarg300`). Wenn der `info`-Text auf mehrere Dateien verteilt ist, muss mit `-f` die erste Datei (etwa `elisp-1.gz`) angegeben werden.

info-Tastenkürzel

<code>(Leertaste)</code>	Text nach unten scrollen
<code>(Backspace)</code>	Text nach oben scrollen
<code>(B), (E)</code>	zum Anfang/Ende der Info-Einheit springen (beginning/end)
<code>(Tab)</code>	Cursor zum nächsten Querverweis (*) bewegen
<code>(←)</code>	Querverweis zu anderer Info-Einheit verfolgen
<code>(N)</code>	nächste Info-Einheit derselben Hierarchiestufe (next)
<code>(P)</code>	vorige Info-Einheit derselben Hierarchiestufe (previous)
<code>(U)</code>	eine Hierarchieebene nach oben (up)
<code>(L)</code>	zurück zum zuletzt angezeigten Text (last)
<code>(H)</code>	ausführliche Bedienungsanleitung (help)
<code>(?)</code>	Kommandoübersicht
<code>(Q)</code>	entfernt das Hilfefenster (quit)

Falls Sie Gnome oder KDE installiert haben, können Sie `info`-Texte auch sehr komfortabel mit dem jeweiligen Hilfesystem lesen. Die folgenden Beispiele zeigen, wie der `info`-Text zu `emacs` sowie ein Inhaltsverzeichnis aller `info`-Texte angezeigt wird:

```
user$ gnome-help-browser info:emacs
user$ gnome-help-browser toc:info
user$ khelpcenter 'info:/emacs'
user$ khelpcenter 'info:/dir'
```

4.3 Linux-spezifische Online-Dokumentation

Dokumentation in anderen Formaten lesen

Die Linux-spezifische Online-Dokumentation liegt in den unterschiedlichsten Formaten vor. Die folgende Liste gibt einige Tipps, wie die Dokumente am besten gelesen werden können.

- **ASCII-Format:** Solche Texte können direkt mit `less` oder mit jedem beliebigen Editor gelesen werden. Mit den Programmen `a2ps` oder `mpage` ist eine Umwandlung in eine PostScript-Datei und ein anschließender Ausdruck möglich.
- **PostScript-Format (Kennung `*.ps`):** Diese Dateien können mit dem X-Programm `ghostview` oder `kghostview` gelesen werden.
- **DVI-Format (`*.dvi`):** Solche Dateien sind das Ergebnis einer $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ - oder $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Übersetzung und können mit `xdvi` oder `kdvi` gelesen werden. Über `dvips` ist eine Umwandlung in eine PostScript-Datei möglich.
- **HTML-Format (`*.html`):** Die Dateien können mit jedem WWW-Browser (Netscape, Konquerer etc.) gelesen werden.
- **Adobe-Acrobat-Format (`*.pdf`):** Hierbei handelt es sich um eine komprimierte Variante zum PostScript-Format, die sich vor allem für Internet-Dokumente mit aufwändigem Layout durchgesetzt hat. Zum Lesen können `ghostview`, `kghostview`, `xpdf` oder `acroread` verwendet werden. (Die beste Lesequalität erzielen Sie mit `acroread`.)

Bei allen Varianten außer der letzten kann es vorkommen, dass die Datei komprimiert ist. Solche Dateien sind an der Dateierweiterung `.gz` oder `.bz2` zu erkennen. Zur Dekompression führen Sie `gunzip datei.gz` bzw. `bunzip2 datei.bz2` aus. Dadurch wird die komprimierte Datei durch eine entkomprimierte Version ersetzt. Manchmal werden mehrere Dateien zu einer gemeinsamen Archivdatei zusammengefasst (Kennung `.tar`), die zumeist auch noch komprimiert ist (Kennung `.tgz`).

Die oben erwähnten Programme dienen nicht nur zum Lesen der Online-Dokumentation und werden daher an anderen Stellen in diesem Buch beschrieben:

less: Seite 165; Tastenkürzel wie bei man (siehe Seite 132)
ghostview, kghostview: PostScript-Viewer, Seite 430
xdvi, kdvi: DVI-Viewer, Seite 1101
dvips: Konvertierung DVI → PostScript
Lynx, Netscape etc.: Internet-Tools, Seite 681
acroread: PDF-Viewer, Seite 432
bunzip2, gunzip, tar: Standardkommandos, Seite 923, 943 bzw. 969

HOWTO – Wie geht das?

HOWTO-Texte sind systematisch aufgebaute Grundlagentexte zu bestimmten Themen. HOWTO-Texte zählen zu den wichtigsten Informationsquellen, besonders was die Installation oder Konfiguration spezieller Hard- oder Software betrifft. Der einzige Nachteil besteht darin, dass die Texte zum Teil sehr umfangreich sind. Sie erhalten oft weit mehr Informationen, als Sie eigentlich haben wollten.

Zu den behandelten Themen gehören Informationen zum Umgang mit speziellen Hardware-Komponenten (SCSI-Platten, CD-ROM-Laufwerken, Streamern, Ethernet-Karten, Tastaturen) und zu Teilaspekten der Linux-Anwendung (Ausdruck, Netzwerkkonfiguration inklusive UUCP, Term und News etc.). Insgesamt beträgt der Textumfang der HOWTO-Dokumente ein Vielfaches dieses Buchs.

Die HOWTO-Dateien befinden sich zumeist in `/usr/doc/howto` oder in `/usr/share/doc/howto`. Es gibt zwei HOWTO-Typen, normale und Mini-Ausgaben. Beide Versionen sind in verschiedenen Formaten verfügbar; am interessantesten ist sicherlich die HTML-Version, die mit jedem Browser gelesen werden kann.

Die aktuellen Versionen finden Sie im Internet:

<http://www.linuxdoc.org/>

Ein Teil der HOWTO-Dokumente liegt auch in deutscher Übersetzung vor, die zuletzt unter der folgenden Adresse zu finden war:

<http://www.tu-harburg.de/~semb2204/dlhp/>

Grundsätzlich sollten Sie bei allen Online-Dateien einen Blick auf das Datum der letzten Änderung werfen. Gelegentlich geistern noch Dateien umher, die inhaltlich schon längst durch neuere Versionen der beschriebenen Programme überholt sind.

Linux-HOWTOs

3Dfx	Ethernet	Mail-Administrator	Serial-Laplink
4mb-Laptops	Event	Mail-User	Serial-Programming
AI-Alife	Filesystems	Majordomo-MajorCool	Shadow-Password
AX25	Finnish	Medicine	Slovenian
Access	Firewall	Modem	Software-Building
Acer-Laptop	Font	Multi-Disk	Software-RAID-0.4x
Adv-Bash-Scr	Framebuffer	MultiOS	Software-RAID
Adv-Routing	Francophones	Multicast	Software-Release
Alpha	From- PowerUp-To	Mutt-GnuPG-PGP	Sound
Antares-RAID-sparc	Ftape	NC	Sound-Playing
Apache-Overview	GCC	NCD	Spanish
Assembly	German	NFS	Speech-Recognition
Astronomy	Glibc2	NIS	Tango
BRIDGE-STP	HOWTO	NLM	TclTk
Bash-Prog-Intro	HOWTO-INDEX	Net	TeX
Bash-Prompt	HP	NetMeeting	Text-Terminal
Belarusian	Hardware	Network-boot	Thai
Belgian	Hebrew	Networking-Overview	Thinclient
Benchmarking	Hellenic	Online-Troubleshoot	Tips
Beowulf	i810	Optical-Disk	Turkish
Boot+Root+Raid+LILO	IBM7248	Oracle-7	UMSDOS
BootPrompt	IP-Masquerade	Oracle-8	UPS
Bootdisk	IPCHAINS	PCI	UUCP
Busmouse	IPX	PCMCIA	Unicode
C++Programming	ISP-Hookup	PHP	Unix-Hardware-Buyer
C-C++Beautifier	ISP-Setup-RedHat	PLIP-Install	Unix-and-Internet
C-editing-with-VIM	Infrared	PPP	User-Authentication
CD-Writing	IngresII	PalmOS	User-Group
CDROM	Installation	Parallel-Processing	VAR
CDServer	Intranet-Server	Plug-and-Play	VCR
COPYRIGHT	Italian	Polish	VME
CPU-Design	Java-CGI	Portuguese	VMS-to-Linux
CVS-RCS	Java-Decompiler	PostgreSQL	VMailMgr
Cable-Modem	JavaStation	Printing	VPN
Chinese	Jaz-Drive	Printing-Usage	VPN-Masquerade
Chroot-BIND	Kernel	Process-Monitor	Vim
Commercial	Keyboard-and-Consol	Program-Library	Virtual-Services
Config	KickStart	Psion	VoIP
Consultants	Kiosk	Qmail-VMailMgr	WWW
Cyrus-IMAP	Kodak-Digitalcam	Quake	WWW-mSQL
DB2	LDAP	RPM	Wacom-Tablet
DNS	LDAP-Implementation	Reading-List	Wearable
DOS-Win-to-Linux	LILO-crash-rescue	RedHat-CD	Windows-LAN-Server
DOSEMU	LVM	Remote-Serial-Cons	Winmodems-and-Linux
DSL	Laptop	Root-RAID	Wireless
DVD-Playing	Large-Disk	SCSI-2.4	XDMCP
Danish	Linmodem	SCSI-Programming	XDMCP
Diald	Linux+Windows	SMB	XFree86
Diskless	Linux-From-Scratch	SMP	XFree86-Touch-Screen
Diskless-root-NFS	LinuxDoc+Emacs+Isp	SPARC	XFree86-Video-Time
Distribution	Loopback-Encrypted	SRM	XML-RPC
Ecology	META-FAQ	SSL-RedHat	XWindow-User
Emacs-Beginner	MGR	Secure-Programs	Xinerama
Emacspeak	MILO	Security	
Enterprise-Java	MIPS	Serbian	
Esperanto	MP3	Serial	

Linux-Mini-HOWTOs

3-Button-Mouse	FTP	Loopback-Root-FS	SLIP-PPP-Emulator
3D-Modelling	Fax-Server	Mac-Terminal	Saving-Space
ADSM-Backup	Firewall-Piercing	Mail-Queue	Secure-POP+SSH
Advocacy	GIS-GRASS	Mail2News	Sendmail+UUCP
Alsa-sound	GTEK-BBS-550	Man-Page	Sendmail-Address
Apache+SSL+PHP+fp	Handspring-Visor	Modules	Small-Memory
Apache-mods	Hard-Disk-Upgrade	Multiboot-with-GRUB	Soundblaster-AWE
Automount	Home-Network	Multiboot-with-LILO	StarOffice
BTTV-Mini-HOWTO-0.3	IO-Port-Programming	NCD-X-Terminal	Swap-Space
BackspaceDelete	IP-Alias	NFS-Root	TT-Debian
Backup-With-MSDOS	IP-Subnetworking	NFS-Root-Client	TT-XFree86
Battery-Powered	IPMasquerading	Netrom-Node	Term-Firewall
Boca	IRC	Netscape+Proxy	TkRat
BogoMips	ISP-Connectivity	News-Leafsite	Token-Ring
Bridge	Install-From-ZIP	Nvidia-OpenGL-Confi	TransparentProxy
Bridge+Firewall	Install-Strategies	Offline-Mailing	Ultra-DMA
Bridge+Firewall+DSL	Intkeyb	Outlook-to-Unix	Update
Bzip2	Kerneld	PLIP	Upgrade
call-back	LBX	Partition	VAIO+Linux
Cipe+Masq	LILO	Partition-Rescue	VPN
Clock	Leased-Line	Path	Visual-Bell
Coffee	Lego	PortSlave	Wacom-USB
Commercial-Port	Linux+DOS+Win95+OS2	Pre-Installation	WordPerfect
Compressed-TCP	Linux+FreeBSD	Process-Accounting	X-Big-Cursor
DHCP	Linux+NT-Loader	Programming-Lang	XDM-Xterm
DPT-Hardware-RAID	Linux+Solaris	Proxy-ARP-Subnet	XFree86-XInside
Divert-Sockets	Linux+Win95	Public-Web-Browser	Xterm-Title
DocBook-Install	Linux+WinNT	Qmail+MH	ZIP-Drive
Domain	Linux-Modem-Sharing	Quota	ZIP-Install
Ext2fs-Undeletion	LinuxGL-QuakeWorld	RPM+Slackware	
FBB	Linuxdoc-Reference	Remote-Boot	
FDU	Loadlin+Win95-98-ME	Remote-X-Apps	

FAQ – Frequently Asked Questions

Unter Linux spielen FAQs im Vergleich zu den HOWTO-Texten nur eine untergeordnete Rolle. Im Internet sind zwar unzählige FAQs zu diversen Programmiersprachen, Netzwerkfragen und anderen Unix-Themen (Sicherheit etc.) zu finden, mit den Linux-Distributionen werden aber zumeist nur ganz wenige mitgeliefert (wenn, dann zumeist im Verzeichnis `/usr/doc/faq` oder `/usr/share/doc/faq`).

LDP – Das Linux Documentation Project

Noch längere Texte – nämlich ganze Bücher – sind im Rahmen des Linux Documentation Project entstanden. Auch diese Texte waren ursprünglich nur in elektronischer Form verfügbar. Vereinzelt sind daraus aber auch richtige Bücher entstanden, die Sie in einer Buchhandlung erwerben können.

Tigran Aivazian: Linux Kernel Internals

Matthew P. Barnson: The Bugzilla Guide

Gerard Beekmans: Linux From Scratch

Steve Frampton: Linux System Administration Made Easy

Olaf Kirch, Terry Dawson: The Linux Network Administrator's Guide

Gerhard Mourani: Securing and Optimizing Linux Red Hat Edition

Ori Pomerantz: The Linux Kernel Module Programming Guide

Kurt Seifried: Linux Administrator's Security Guide

Lars Wirzenius, Joanna Oja: The Linux System Administrators' Guide

HINWEIS

Wenn diese Dokumente nicht mit Ihrer Distribution mitgeliefert wurden, finden Sie diese Dokumente (und eine Menge weiterer) in verschiedenen Formaten im Internet:

<http://www.linuxdoc.org/guides.html>

Kernel-Dokumentation

Eine Menge hardware-spezifische Informationen finden Sie im Verzeichnis `/usr/src/linux/Documentation` (nur wenn Sie den Kernel-Code installiert haben). Die Informationen setzen zumeist ein recht gutes Grundwissen zur Hardware Ihres Rechners und zum Teil auch zur Programmierung voraus. Die Mühe beim Lesen lohnt sich aber oft! Selten finden Sie derart fundierte Informationen über die Interna Ihres Rechners. (Übrigens ist auch der Kernel-Code selbst recht gut dokumentiert; wenn Sie ein bestimmtes Hardware-Problem haben, kann ein Blick in die entsprechenden `*.c`-Dateien nicht schaden.)

Sehr informativ sind auch die Hilfetexte, die zur Kernel-Konfiguration zur Verfügung stehen. Selbst wenn Sie den Kernel nicht neu kompilieren möchten, sollten Sie einfach einmal `make xconfig` oder `make menuconfig` im Verzeichnis `/usr/src/linux` ausführen und die diversen Hilfetexte lesen. (Sie können auch direkt die ASCII-Datei `Documentation/Configure.help` lesen, wenngleich der endlose Text weniger übersichtlich ist.)

TIPP

Mit etwas Glück brauchen Sie nicht gleich den gesamten Kernel-Code zu installieren, der weit über 100 MByte Ihrer Festplatte füllt. Stattdessen bieten manche Distributionen einige Kernel-Dokumentations-Packages an (z. B. `kernel-doc` bei Red Hat, `lx_doc*` bei SuSE). Damit werden nur die Dokumentationsdateien installiert. Das Installationsverzeichnis können Sie mit `rpm -ql paket` feststellen.

KDE- und Gnome-Hilfe

Hilfe zu KDE-Programmen erhalten Sie einfach durch **(F1)**. Bei Gnome-Programmen müssen Sie das Hilfemenü oder einen entsprechenden Button verwenden. In beiden Fällen wird die Dokumentation im HTML-Format angezeigt, d. h. die KDE- und Gnome-

Hilfeprogramme `khelpcenter` und `gnome-help-browser` sind eigentlich Web-browser.

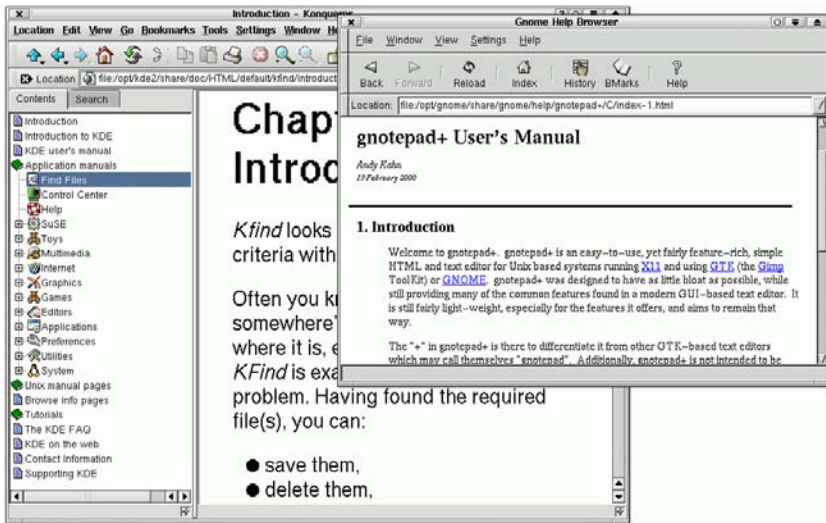


Abbildung 4.2: Das Gnome- und KDE-Hilfesystem

VERWEIS

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten erwähnt, können die beiden Hilfesysteme auch zum Lesen von `man`- und `info`-Texten verwendet werden. Ein besonders attraktives Feature von `khelpcenter` ist die Möglichkeit, eine Volltextsuche in KDE-, `man`- und `info`-Dokumenten durchzuführen. Weitere Informationen zu dieser Funktion finden Sie auf Seite 558.

Dokumentation zu individuellen Software-Paketen

Die Zusatzdokumentation zu Softwarepaketen jeder Art (Programmiersprachen, Tools etc.) wird üblicherweise in das Verzeichnis `/usr/doc/name/` oder `/usr/doc/share/packages/name/` installiert. Der Umfang und die Aktualität dieser Dateien variieren stark. Oft handelt es sich nur um eine `README`-Datei mit dem Copyright und einer kurzen Information darüber, wo sich die restliche Dokumentation befindet.

Natürlich halten sich nicht alle Programme an diese Konvention (das wäre ja wirklich zu einfach). Werfen Sie auf jeden Fall auch einen Blick in die Installationsverzeichnisse der jeweiligen Programme. Beispielsweise finden Sie zu `LATEX` (teTeX-Distribution) eine Menge Online-Dokumentation im folgenden Verzeichnis:

```
/usr/share/teTeX/texmf/doc
```

TIPP

Bei einigen Programmen (etwa Gimp) ist die Online-Dokumentation so umfangreich, dass sie in einem eigenen Paket untergebracht und oft nicht automatisch installiert wird. Oft lohnt es sich also, einen genauen Blick in die Liste der nicht installierten Pakete zu werfen.

Distributionsabhängige Dokumentation

Die verschiedenen Linux-Distributionen unterscheiden sich unter anderem auch dadurch, wie die Online-Dokumentation verfügbar gemacht wird. Die folgende Liste gibt einen ersten Überblick; weitere Informationen finden Sie im Anhang dieses Buchs, wo distributionspezifische Details beschrieben werden.

- Zu manchen Distributionen gibt es ein umfangreiches Installationshandbuch, das sowohl in ausgedruckter Form als auch als Online-Dokument in diversen Formaten verfügbar ist (PS, HTML).
- Viele Distributionen machen die im HTML-Format verfügbare Dokumentation durch eine zentrale Startseite besser zugänglich.
- Bei fast allen Distributionen finden sich darüber hinaus tagesaktuelle Informationen auf den jeweiligen Homepages (siehe oben).

4.4 Dokumentation im Internet

Etwas überspitzt könnte man sagen: Die mit einer Distribution mitgelieferte Dokumentation ist schon veraltet, bevor Sie mit der Installation fertig sind. Die folgenden Adressen sollen einen Startpunkt für die Recherche im Internet geben. (Sie finden die – gegebenenfalls aktualisierten – Links auch auf meiner Homepage: www.kofler.cc.)

Linux Documentation Projekt: Ein guter Startpunkt für die Suche nach Linux-Dokumentation ist die folgende Seite. Dort finden Sie unter anderem auch die Linux-HOWTOs und die LDP-Bücher.

<http://www.linuxdoc.org/>

Distributions-Homepages: Auf den Homepages der Distributionen finden Sie oft tagesaktuelle Informationen über Sicherheitslücken und andere Probleme diverser Programme. Debian verwaltet zu allen Paketen Informationen über Bug-Reports und (soweit vorhanden) deren Lösung. Bei SuSE gibt es eine Support-Datenbank, in der häufig auftretende Probleme samt Lösung beschrieben werden. Neben einer Suchfunktion gibt es hier auch einen alphabetischen Index. Sehr oft gelten die hier präsentierten Informationen auch für andere Distributionen.

<http://www.debian.org>

<http://www.linux-mandrake.com>

<http://www.redhat.com>

<http://www.suse.de> bzw. <http://www.suse.com>

Google-Suchmaschine: Im Internet gibt es zahllose Suchmaschinen (etwa altavista). Die Suchmaschine Google sticht darunter insofern heraus, als sie die Suche nach Linux-spezifischen Dokumenten besonders erleichtert (und meistens bessere Ergebnisse liefert als andere Suchmaschinen).

<http://www.google.com/linux>

TIPP

Wenn Sie zusätzlich zu Ihren Suchbegriffen 'howto' oder 'faq' angeben, findet Google in vielen Fällen ein passendes HOWTO- oder FAQ-Dokument.

Newsgroups: Es gibt zahllose Newsgroups zum Thema Linux (siehe auch Kapitel 18). Auch wenn Sie die darin stattfindenden Diskussionen nicht ständig verfolgen, können Sie sehr bequem in einem riesigen Archiv alter News-Beiträge suchen. Wenn Sie irgendwelche Konfigurations- oder Hardware-Probleme haben, stoßen Sie hier mit sehr großer Wahrscheinlichkeit auf andere Linux-Anwender, die dieselben Probleme auch schon hatten (und mit etwas Glück auch lösen konnten). Die populärste Suchmaschine für Newsgroups ist abermals die von Google.

<http://groups.google.com>

Linux-Programme: Wenn Sie die neueste Version oder auch nur die Homepage zu einem beliebigen Linux-Programm suchen, ist `freshmeat.net` der beste Startpunkt:

<http://www.freshmeat.net>

RFCs: RFC steht für *request for comment*. Dahinter verbergen sich Dokumente, die diverse Protokolle (darunter z. B. TCP, IP, FTP, PPP etc.) im Detail beschreiben. Das etwas merkwürdige Kürzel RFC deutet auf die Entstehungsgeschichte dieser Protokolle hin: Sie wurden im Regelfall nicht durch eine Person, Organisation oder Firma diktiert, sondern sind aus einem (oft langwierigen) Diskussionsprozess entstanden. Die hier dargestellten Informationen sind eher technischer Natur. RFCs finden Sie auf vielen Web- und FTP-Servern. Die folgenden drei Adressen sind exemplarisch.

<http://www.rfc.net>

<http://www.faqs.org/rfcs/>

<ftp://ftp.nic.de/pub/doc/rfc>

Teil II

Grundlagen/Konfiguration

Kapitel 5

Basiskonfiguration

In diesem Kapitel wird zuerst ein Überblick über die Konfigurationsmöglichkeiten gegeben. In diesem Zusammenhang finden Sie auch einige Tipps, die Ihnen das Leben als Administrator erleichtern sollten, etwa wenn Sie in der Textkonsole arbeiten. Anschließend geht es um einige elementare Administrationsthemen: die Einstellung der Uhrzeit, die Verwaltung von Benutzern und Gruppen und die Installation zusätzlicher Software-Pakete (rpm-Grundlagen).

5.1 Überblick

Bis jetzt war der so genannte Systemadministrator vielleicht irgendeine fremde Person, die Ihnen hin und wieder (oft unwillig oder überarbeitet) zur Hilfe kam. Wenn Sie nicht in einem großen Betrieb arbeiten, dann ist der Administrator wohl überhaupt nur ein abstrakter Begriff aus vielen Büchern, so etwa nach dem Motto: Wenn's nicht mehr weiter geht, fragen Sie den Systemadministrator! Dadurch, dass Sie Linux auf einem Rechner installiert haben, sind nun Sie selbst der Systemadministrator!

Erschrecken Sie nicht vor diesem Begriff – der Systemadministrator ist einfach die Person, die sich um die Konfiguration des Rechners kümmert. Solange es nur um einen einzelnen Linux-Rechner geht, kann das jeder! Erst wenn ganze Netzwerke sicher verwaltet werden sollen, ist dazu eine spezielle Ausbildung sinnvoll und notwendig.

Die meisten Distributionen bieten ohnedies sehr komfortable Konfigurationsprogramme an, die sowohl während als auch nach der Installation verwendet werden können: COAS bei Caldera, DrakConf bei Mandrake, `control-panel` bei Red Hat (nur wenn KDE installiert ist), `setup` bei Slackware, YaST bei SuSE etc. Der Anhang dieses Buchs gibt für einige Distributionen einen Überblick über die zur Auswahl stehenden Tools. Soweit diese Konfigurationswerkzeuge funktionieren, sollten Sie sie einsetzen! Sie nehmen Ihnen viel Arbeit und Mühe ab.

Neben diesen distributionspezifischen Konfigurationsprogrammen gibt es auch solche, die von einzelnen Distributionen unabhängig sind. Die zwei zurzeit ausgereiftesten Vertreter sind Linuxconf und Webmin (siehe Seite 152). Das Problem dieser Werkzeuge ist, dass sie nicht direkt von der Firma bzw. Organisation gewartet werden, die die jeweilige Distribution zusammenstellt. Insofern laufen distributionsunabhängige Konfigurationswerkzeuge immer den Änderungen hinterher, die mit jeder neuen Version jeder Distribution erfolgen.

Angesichts der tollen Konfigurationstools mag es vielleicht altmodisch wirken, wenn hier beschrieben wird, wie Sie diverse Systemdetails durch die Veränderung von Textdateien einstellen können. Wie groß die Vorteile dieses Verfahrens sind, merken Sie aber sofort, wenn Sie einmal über ein Netzwerk einen fremden Rechner warten müssen! Grafische Konfigurationstools stehen Ihnen dann nicht mehr zur Verfügung, und nur wenige der tollen Konfigurationsprogramme diverser Distributionen lassen sich auch im Textmodus einsetzen.

Dieses und die folgenden Kapitel sollen Ihnen einen Einblick hinter die Kulissen dieser Konfigurationsprogramme geben. Das Ziel ist es, dass Sie verstehen, was wie wo gesteuert und voreingestellt wird. Daher werden Sie in diesen Kapiteln eine Menge Hintergrundinformationen darüber finden, wie das Gesamtsystem funktioniert. Damit sind Sie nicht irgendwelchen Tools ausgeliefert, sondern können selbst Hand anlegen, wenn etwas nicht so funktioniert, wie es soll. Das hier vermittelte Wissen sollte aber auch bei der Bedienung der Konfigurationswerkzeuge Ihrer Distribution helfen.

Wenn Sie neu in der Linux-Welt sind, kann es sein, dass Sie den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr sehen. Daher versucht dieser Abschnitt einen ersten Überblick darüber zu geben, wo Sie in diesem Buch welche Informationen finden. (Außerdem gibt es natürlich noch ein ausführliches Inhaltsverzeichnis und ein noch ausführlicheres Stichwortverzeichnis!)

- **Basiskonfiguration (dieses Kapitel):** Hier geht es um elementare Dinge, beispielsweise um das Arbeiten in einer Textkonsole (Konfiguration von Tastatur und Maus) oder um die Einstellung von Uhrzeit und Landessprache. Die beiden wichtigsten Abschnitte dieses Kapitels betreffen die Benutzer- und Paketverwaltung. Über die Benutzerverwaltung steuern Sie, wer Zugriff auf den Rechner hat. Die Paketverwaltung ist wichtig, wenn Sie nach der Installation weitere Software-Pakete installieren möchten – und dazu wird es sicherlich bald kommen.
- **Administration des Dateisystems (Kapitel 6):** Das Kapitel beschreibt zuerst, wie Sie unter Linux mit Dateien und Verzeichnissen umgehen (Jokerzeichen, versteckte Dateien, Zugriffsrechte etc.). Diese Grundlagenabschnitte sollten Sie vor allem dann lesen, wenn Sie noch gar keine Erfahrung mit Linux/Unix-Systemen haben. In der Folge geht es um die Konfiguration des Dateisystems, wobei das Themenspektrum von relativ einfachen Dingen (Einbinden von Partitionen, CD-ROM-Laufwerken etc.) bis hin zu Spezialaufgaben reicht (Einrichten eines RAID-Systems, Verwendung eines Reiser-Dateisystems etc.)
- **Prozessverwaltung (Kapitel 7):** Auch dieses Kapitel beginnt mit Grundlageninformationen: Wie werden Programme gestartet? Was sind Dämonen (englisch *daemons*)? Anschließend lernen Sie einige Kommandos kennen, mit denen Sie Prozesse ausführen, verwalten, zeitgesteuert starten und wieder stoppen können.
- **Systemstart (Kapitel 8):** Hier geht es darum, wie Linux gestartet wird. Im Mittelpunkt des Kapitels stehen zwei Themenkomplexe: einerseits LILO und andere Programme, die zum Start von Linux verwendet werden; und andererseits der Init-V-Prozess, der für den Start diverser Systemprogramme (Dämonen) unmittelbar nach dem Rechnerstart verantwortlich ist.
- **Kernel, Module und Bibliotheken (Kapitel 9):** Das Kapitel beschreibt einige Interna der Linux-Systemverwaltung: das Kompilieren eines neuen Kernels, den Umgang mit Modulen sowie die Verwaltung von Bibliotheken. Das Kapitel richtet sich an fortgeschrittene Linux-Anwender.
- **Hardware (Kapitel 11):** Dieses Kapitel dient in erster Linie als Hardware-Querreferenz. Es enthält eine systematische Liste der wichtigsten Hardware-Komponenten eines PCs. Für einige Komponenten enthält das Kapitel Tipps zur Inbetriebnahme/Konfiguration. Bei anderen Komponenten finden Sie hier nur einen Querverweis auf andere Kapitel des Buchs oder auf Sekundärliteratur bzw. auf das Internet.
- **XFree86 (Kapitel 12):** XFree86 stellt die Grundlage für jede grafische Benutzeroberfläche unter Linux dar. Normalerweise wird die Konfiguration bereits während der Installation durchgeführt. Sollte es dabei Probleme geben oder wenn Sie besondere Wünsche haben, finden Sie in diesem Kapitel eine Menge Hintergrundinformationen.

- **KDE, Gnome (Kapitel 13):** Benutzeroberflächen wie KDE oder Gnome zeichnen sich dadurch aus, dass sie in ihrem Aussehen und ihrer Funktion fast beliebig konfigurierbar sind. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die sich bietenden Möglichkeiten.
- **Netzwerkconfiguration, Internet, Modem, ISDN, ADSL:** Diesem Themenkomplex ist ein eigener Teil dieses Buchs gewidmet, der von Kapitel 14 bis 19 reicht.
- **Distributionsspezifische Konfigurationsprogramme:** Einen Überblick über die Konfigurationshilfen einiger wichtiger Distributionen finden Sie im Anhang.

Auch wenn die obige Liste bereits recht lang ist: Erwarten Sie bitte nicht, dass dieses Buch alle Konfigurationsmöglichkeiten abdeckt! Je mehr Sie mit Linux tun wollen, desto komplexer werden auch die Konfigurationsmöglichkeiten. Es gibt eine ganze Reihe von Büchern, die sich explizit mit der Netzwerk- bzw. Systemadministration beschäftigen.

TIPP

Die meisten Konfigurationsdateien befinden sich im `/etc`-Verzeichnis. Eine Referenz der im Buch behandelten Dateien finden Sie im Stichwortverzeichnis unter dem Buchstaben E.

HINWEIS

Leider unterscheiden sich unterschiedliche Distributionen in manchen Konfigurationsdetails. In diesem Buch versuche ich, den gemeinsamen Nenner aller Linux-Systeme (oder zumindestens der meisten Linux-Systeme) zu beschreiben. Soweit sie mir bekannt sind, weise ich auf Abweichungen und Unterschiede zwischen den Distributionen hin. Dennoch kann es vorkommen, dass gerade bei Ihrer Distribution einzelne Details ein wenig anders gelöst sind. In solchen Fällen bleibt Ihnen ein Blick in die Originalhandbücher nicht erspart.

Auch wenn das für Sie vielleicht hin und wieder unangenehm ist, bin ich dennoch überzeugt, dass der allgemein gültige Ansatz der bessere ist als ein Buch zur Red-Hat-Administration, ein weiteres zur SuSE-Administration etc. – nicht zuletzt deswegen, weil sich ja auch die einzelnen Distributionen von Version zu Version ändern. Auf kurz oder lang müssen Sie also in jedem Fall lernen, selbst die (oft englischsprachigen) Manuals, Hilfeseiten etc. zu lesen und zu verstehen. Dieses Buch will nicht die Originalhandbücher ersetzen, die zumeist Schritt-für-Schritt-Anleitungen bieten, sondern Grundlagenwissen und Verständnis vermitteln.

5.2 Überlebensregeln

Bevor Sie mit Veränderungen an Ihrem System beginnen, sollten Sie sich die Zeit für diesen kurzen Abschnitt nehmen!

Überlebensregel 1: Machen Sie sich mit dem zu Ihrer Distribution gehörenden Konfigurationsprogramm vertraut, bevor Sie die Konfigurationsdateien direkt verändern! Wenn es möglich ist, eine Einstellung mit dem mitgelieferten Konfigurationsprogramm vorzunehmen, ist das einem manuellen Eingriff vorzuziehen. (Der Grund: Das distributionsabhängige Konfigurationskonzept und manuelle Änderungen in einzelnen Dateien

können sich leicht in die Quere kommen, und gerade für Linux-Einsteiger ist es beinahe unmöglich, dabei den Überblick zu bewahren.) Lesen Sie die jeweiligen Abschnitte zu diesem Thema im Anhang.

Überlebensregel 2: Sie sind gut beraten, eine Sicherheitskopie des gesamten `/etc`-Verzeichnisses anzulegen. (Hier befinden sich die meisten Konfigurationsdateien!)

```
root# mkdir /etc-backup
root# cp -a /etc/* /etc-backup
```

Überlebensregel 3: Ein Teil der in diesem und den folgenden Kapiteln beschriebenen Maßnahmen betrifft den Init-V-Prozess, der stark distributionsabhängig ist. Das Prinzip dieses Prozesses wird ab Seite 359 beschrieben.

Red Hat, Mandrake und SuSE sehen jeweils eine eigene Datei für unkomplizierte lokale Anpassungen vor. Darin sollten allerdings keine Hintergrundprozesse (Dämonen) gestartet werden.

Red Hat und Mandrake: `/etc/rc.d/rc.local`. Dieses Script wird nach allen Runlevel-Script-Dateien ausgeführt (nur bei den Runleveln 2, 3 und 5).

SuSE: `/etc/rc.d/boot.local`. Dieses Script wird am Ende der Systeminitialisierung (aber noch vor den Runlevel-Script-Dateien) ausgeführt.

Überlebensregel 4: Viele Konfigurationseinstellungen erfolgen ganz einfach dadurch, dass eine Umgebungsvariable der Shell verändert wird. (Eine Umgebungsvariable ist eine für alle Programme sichtbare Variable, die oft automatisch ausgelesen wird. Die Shell ist der Kommandointerpreter, mit dem Sie Kommandos eingeben. In diesem Buch wird vorausgesetzt, dass Sie als Shell die `bash` verwenden. Diese Shell ist der Standard unter Linux.)

Nun gibt es aber leider eine Menge unterschiedliche Orte, an denen Sie `bash`-Umgebungsvariablen verändern können:

- `/etc/profile`: global (also für alle Nutzer)
- `/etc/profile.d/*.sh`: lokale Ergänzungen bei Red Hat und Mandrake
- `/etc/profile.local`: lokale Ergänzungen bei SuSE
- `~/.profile`: für einen bestimmten Nutzer

In diesem Kapitel wird nicht weiter auf die `profile`-Varianten eingegangen. Stattdessen ist immer nur von `/etc/profile` die Rede. In welcher `profile`-Datei Sie die Veränderung wirklich durchführen, bleibt Ihnen überlassen. Im Regelfall ist es aber zielführend, die von der jeweiligen Distribution vorgesehenen Orte für Ergänzungen zu benutzen. (Diese Ergänzungsdateien werden im Gegensatz zu `/etc/profile` bei einem Distributions-Update meist einfach überschrieben.)

Wenn Sie mit Mandrake oder Red Hat arbeiten, erzeugen Sie `/etc/profile.d/local.sh` und führen Änderungen oder Ergänzungen nach Möglichkeit dort durch.

```
root# touch /etc/profile.d/local.sh
root# chmod a+x /etc/profile.d/local.sh
```

Wenn Sie dagegen mit SuSE arbeiten, erzeugen Sie `/etc/profile.local` und führen Änderungen bzw. Ergänzungen dort durch:

```
root# touch /etc/profile.local
```

TIPP

Falls Sie unter X arbeiten, werden Veränderungen in `profile`-Dateien erst nach einem erneuten Login gültig (d. h. Sie müssen X verlassen!).

Allgemeine Informationen zur `bash` finden Sie in einem eigenen Kapitel ab 859. In diesem Kapitel wird beispielsweise auch ausführlich beschrieben, was Umgebungsvariablen eigentlich sind. Detailinformationen zu den `bash`-Konfigurationsdateien finden Sie auf Seite 891.

Überlebensregel 5: Wenn Sie eine Konfigurationsdatei in Ihrer Distribution nicht finden, kann das mehrere Ursachen haben: Eine Möglichkeit besteht darin, dass die zugrunde liegenden Programmpakete gar nicht installiert sind. Machen Sie sich daher mit der Paketverwaltung Ihrer Distribution vertraut. Einen Überblick darüber, welche Programme bei welcher Distribution zur Verfügung stehen, finden Sie auf Seite 108.

Noch wahrscheinlicher ist freilich die zweite Möglichkeit: Die Datei existiert zwar, befindet sich aber an einem anderen Ort. (Die Verzeichnispfade variieren nicht nur von Distribution zu Distribution, sondern manchmal auch von Version zu Version!) Verwenden Sie zur Suche die folgenden Kommandos:

```
locate: siehe Seite 947
find: siehe Seite 937
grep: siehe Seite 941
```

So finden Sie alle Dateien, deren Name oder Verzeichnis `gpm` enthält:

```
root# locate gpm
```

Das folgende Kommando zeigt, wie Sie in `/etc` und allen Unterverzeichnissen nach Dateien suchen können, deren Inhalt (nicht der Dateiname) das Wort `gpm` enthält:

```
root# cd /etc
root# find -type f -exec grep -q gpm {} \; -print
```

Überlebensregel 6: Nutzen Sie die Online-Dokumentation (siehe Kapitel 4), die unter Umständen aktueller als dieses Kapitel ist!

5.3 Webmin und Linuxconf

Erfahrene Systemadministratoren bevorzugen meist das direkte Verändern der zahlreichen Konfigurationsdateien. Nur so haben sie die Gewissheit, dass wirklich die von ihnen gewünschten Veränderungen durchgeführt werden.

Wer noch nicht so viel Erfahrung hat, wird wahrscheinlich so weit wie möglich auf die Konfigurationsprogramme zurückgreifen, die Bestandteil der jeweiligen Distribution sind. Aber auch das hat Nachteile:

- Fast jede Distribution hat ihre eigenen Konfigurationsprogramme, die oft ganz unterschiedlich zu bedienen sind. Wenn Sie sich an die Mandrake-Konfigurationswerkzeuge gewöhnt haben, wird Ihnen die Administration eines SuSE-Systems schwerfallen (und umgekehrt). Gewissermaßen erlernen Sie nicht die Administration von Linux, sondern die Administration einer bestimmten Distribution.
- Bei vielen Distributionen sind die Konfigurationsprogramme ein buntes Sammelsurium. Die Bedienung ist uneinheitlich, manche Programme funktionieren nur unter X oder nur im Textmodus etc. Zudem kann keine Distribution von sich behaupten, mit den eigenen Konfigurationsprogrammen die ganze Breite der Administrationsmöglichkeiten abzudecken.
- Im Regelfall sind die distributionsspezifischen Konfigurationsprogramme nicht zur Fernwartung geeignet. Sie lassen sich also nicht über eine Internet-Verbindung und oft nicht einmal via `telnet` oder `ssh` im Textmodus bedienen.

Angesichts dieser offensichtlichen Nachteile hat die Linux-Gemeinde auch distributionsunabhängige Konfigurationswerkzeuge entwickelt. Die zwei am besten ausgereiften Programme sind momentan Linuxconf und Webmin. Beide Programme bieten deutlich mehr Konfigurationsmöglichkeiten als die meisten distributionseigenen Werkzeuge, können über ein Web-Interface bedient werden und zeichnen sich zudem durch eine einheitliche Bedienung aus.

Wenn Sie nun glauben, diese Werkzeuge wären der Stein der Weisen, muss ich Sie leider enttäuschen. So gut der prinzipielle Ansatz ist, so groß sind die praktischen Probleme:

- Leider verfolgt jeder Linux-Distributor eigene Ideen und Verfahren zur Systemkonfiguration. Daher haben Konfigurationsdateien nicht immer denselben Namen, es gibt andere Benutzer-, Gruppen- und Zugriffsrechte, es sind per Default andere Programme installiert, um eine bestimmte Aufgabe zu erledigen, etc. Natürlich versuchen sich Linuxconf und Webmin an diese Gegebenheiten anzupassen, aber das klappt nur begrenzt.
- Viele Konfigurationsdetails ändern sich mit jeder neuen Version einer Distribution (also alle paar Monate). Die Entwickler von distributionsunabhängigen Werkzeugen laufen damit ständig der jeweils aktuellen Version hinterher. Die mit einer Distribution mitgelieferte Version von Webmin oder Linuxconf kann die notwendigen Anpassungen an die aktuelle Distribution gar nicht enthalten, weil diese immer erst nach Fertigstellung der Distribution durchgeführt werden (es sei denn, der Distributor arbeitet mit den Entwicklern des Konfigurationswerkzeugs gut zusammen, was aber selten der Fall ist).
- Wenn auf einem System parallel mehrere Konfigurationswerkzeuge verwendet werden, ist die Gefahr groß, dass sich die Programme gegenseitig im Weg sind, d. h. Dateien überschreiben etc. (Das Potenzial gegenseitiger Konflikte wird durch diverse KDE- und Gnome-Konfigurationswerkzeuge noch vergrößert.)

- Ein wichtiger Bestandteil vieler Distributionen ist ein (halb-)automatisches Update-System, mit dem sicherheitskritische Pakete durch korrigierte bzw. aktualisierte Versionen ersetzt werden können. Distributionsunabhängige Werkzeuge können diese Aufgabe nicht übernehmen.

All diese Gründe führen dazu, dass der Einsatz von Linuxconf oder Webmin oft unerwartete Probleme bereitet (und unter Umständen auch mit Sicherheitsrisiken verbunden ist). Daher hat sich bei vielen Programmierern und Administratoren die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Entwicklung von Konfigurationswerkzeugen Aufgabe der Distributoren sein sollte. Nur diese haben vollen Überblick, wie die Konfigurationseinstellungen ihrer Distribution am besten vorgenommen werden sollen.

Die Distributoren selbst verhalten sich in dieser Angelegenheit recht widersprüchlich: Konsequent ist SuSE, das neben dem selbst entwickelten YaST kaum andere Konfigurationswerkzeuge mitliefert. Mandrake hingegen stattet seine Distribution nicht nur mit einer Reihe eigener (exzellenter!) Konfigurationswerkzeuge aus, sondern installiert per Default außerdem noch Linuxconf *und* Webmin! Gerade Einsteiger werden von der Fülle alternativer Administrationswerkzeuge geradezu erschlagen.

Red Hat wiederum hat sich in den vergangenen Jahren kaum durch besonders benutzerfreundliche Konfigurationswerkzeuge ausgezeichnet und stattdessen auf Linuxconf als primäres Konfigurationswerkzeug gesetzt. Mit Version 7.1 wurde Linuxconf dann in einer mitgelieferten Readme-Datei überraschend als 'deprecated' (obsolet) bezeichnet. Nichtsdestotrotz wird das Programm zumindest bis Red Hat 7.2 noch ausgeliefert – wohl deswegen, weil Red Hat für viele Administrationsaufgaben gar keine eigenen Werkzeuge anbieten kann.

Fazit: Eine klare Empfehlung für oder wider distributionsunabhängige Konfigurationswerkzeuge ist schwierig. Die Entscheidung hängt in erster Linie davon ab, inwieweit Sie mit den mitgelieferten Konfigurationswerkzeugen zufrieden sind und ob (und wie komfortabel) Sie die Konfiguration via LAN oder Internet durchführen möchten. In Internet-Newsgroups werden Sie gerade von erfahrenen Administratoren immer wieder den Rat finden, die Finger von Webmin, Linuxconf und ähnlichen Tools zu lassen. Auch ich selbst verwende in meiner täglichen Praxis kein derartiges Programm.

TIPP

Wenn Sie sich für den Einsatz von Webmin oder Linuxconf entscheiden, sollten Sie sich auf jeden Fall die aktuellste verfügbare Version aus dem Internet besorgen und installieren. Soweit Webmin/Linuxconf mit Ihrer Distribution überhaupt mitgeliefert wurde, handelt es sich mit Sicherheit um eine veraltete Version!

Weiters sollten Sie Doppelgleisigkeiten vermeiden. Verwenden Sie nach Möglichkeit nur ein Konfigurationswerkzeug, nicht mal das eine, mal das andere.

Webmin

Die herausstechendste Eigenschaft von Webmin besteht darin, dass das Programm ausschließlich mit einem Webbrowser bedient wird. Damit ist die Administration sowohl lokal als auch über eine Netzverbindung möglich. Als Adresse muss `http://localhost:10000` bzw. `http://rechnername:10000` verwendet werden. Statt `http` muss unter Umständen `https` angegeben werden. (Webmin verwendet automatisch dieses sicherere Protokoll, sofern ein Perl-Modul für die SSL-Unterstützung verfügbar ist. Bei Caldera Linux verwendet Webmin den Port 1000 statt 10000.)

Im Prinzip kann jeder Webbrowser zur Bedienung von Webmin verwendet werden, auch der textbasierte Browser Lynx. Allerdings hat Lynx unter Umständen Probleme mit dem `https`-Protokoll. Zudem erfordern einige Webmin-Module Java, womit Lynx ebenfalls überfordert wird.

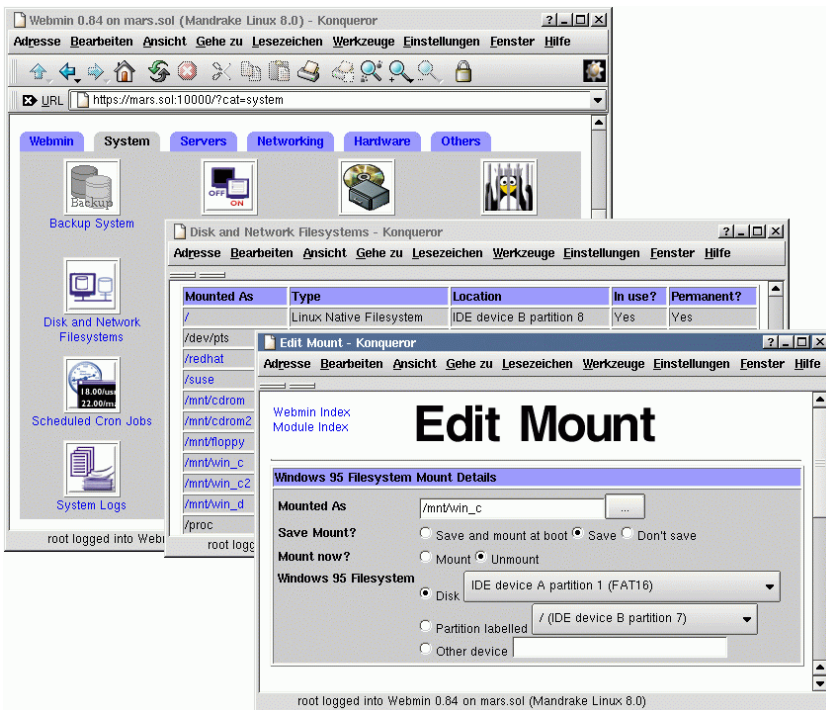


Abbildung 5.1: Administration des Dateisystems mit Webmin

Dank seines modularisierten Konzepts deckt Webmin sehr viele Konfigurationsbereiche ab. Zudem ist das Programm (zumindest laut den Angaben auf der Webmin-Website) zu nahezu jeder gängigen Linux-Distribution kompatibel. Webmin ist zwar ein Open-Source-Projekt (BSB-Lizenz), es wird aber aktiv von der Firma Caldera unterstützt. Es verwundert daher nicht, dass Webmin bei neueren Caldera-Distributionen (neben COAS)

automatisch installiert wird und als Defaultkonfigurationsprogramm dient. Weitere Informationen zu Webmin finden Sie unter:

<http://www.webmin.com/webmin/>

Die Webmin-Installation enthält selbst einen Webserver. Daher ist für die Anwendung von Webmin keine Installation eines eigenen Webserver (meist Apache) notwendig. Der Webmin-Server und seine Module sind in Perl programmiert. Die einzige Voraussetzung für die Anwendung von Webmin ist daher eine Perl-Installation, die aber auf jedem Linux-Rechner zur Verfügung steht.

In der Defaultkonfiguration gibt es genau einen Webmin-Benutzer – `root`. Bevor Sie via Webmin irgendetwas tun können, müssen Sie in einer Login-Box des Webbrowsers `root` und das dazugehörige Passwort angeben. In der Folge können Sie weitere Webmin-Benutzer definieren, die eventuell nur einen Teil der Webmin-Module anwenden dürfen. Damit können administrative Aufgaben einfach auf mehrere Personen verteilt werden, ohne ihnen gleich alle Zugriffsrechte zu geben.

Linuxconf

Im Gegensatz zu Webmin gibt es bei Linuxconf gleich vier Bedienungsschnittstellen: Sie können Linuxconf lokal entweder im Textmodus oder mit einer grafischen Benutzeroberfläche benutzen; weiters gibt es eine Web-Schnittstelle, sodass Linuxconf mit jedem Internet-Browser verwendet werden kann; und schließlich kann das Programm kommandogesteuert verwendet werden, etwa um bestimmte administrative Aufgaben durch ein Script zu steuern. Detaillierte Informationen zu Linuxconf finden Sie unter:

<http://www.solucorp.qc.ca/linuxconf/>

Anstatt Linuxconf in seiner Gesamtheit durch das Kommando `linuxconf` zu starten, können Sie auch Einzelkomponenten des Programms starten – etwa `userconf` (Benutzerverwaltung), `netconf` (Netzwerke), `mailconf`, `modemconf`, `dnsconf` und `fsconf`. (Intern handelt es sich dabei nur um Links auf `linuxconf`.)

Web-Bedienung: Bevor Sie Linuxconf mittels eines Webbrowsers verwenden, müssen Sie diese Nutzungsform aktivieren. Dazu starten Sie Linuxconf auf konventionelle Weise und verändern die Einstellungen im Dialog `NETWORKING|MISC|LINUXCONF NETWORK ACCESS`.

HINWEIS

Bei Mandrake und Red Hat müssen Sie unter Umständen auch eine aktuellere Version von `xinetd` installieren und in der Datei `/etc/xinetd.d/linuxconf-web` die Variable `disable` auf `no` stellen. Anschließend müssen Sie das Kommando `/etc/init.d/xinetd restart` ausführen. Details finden Sie im HOWTO-Dokument auf der Linuxconf-Website.

Anschließend können Sie mit einem beliebigen Webbrowser auf Linuxconf zugreifen. Die Adresse lautet `http://rechnernamen:98`, also etwa `http://localhost:98`. Be-

vor Sie irgendwelche Änderungen durchführen können, müssen Sie sich allerdings einloggen (root plus Passwort).

Zusatzmodule: Obwohl das Linuxconf-Menü bereits recht verschachtelt wirkt, sind in der Defaulteinstellung noch bei weitem nicht alle Module aktiv. Im Dialog CONTROL|LINUXCONF MANAGEMENT|MODULES können Sie eine ganze Reihe von Zusatzmodulen aktivieren, etwa zur Server-Konfiguration (Apache, DHCP, Firewalls, Samba etc.). Erst dann merken Sie, wie weit reichend die Möglichkeiten von Linuxconf eigentlich sind!

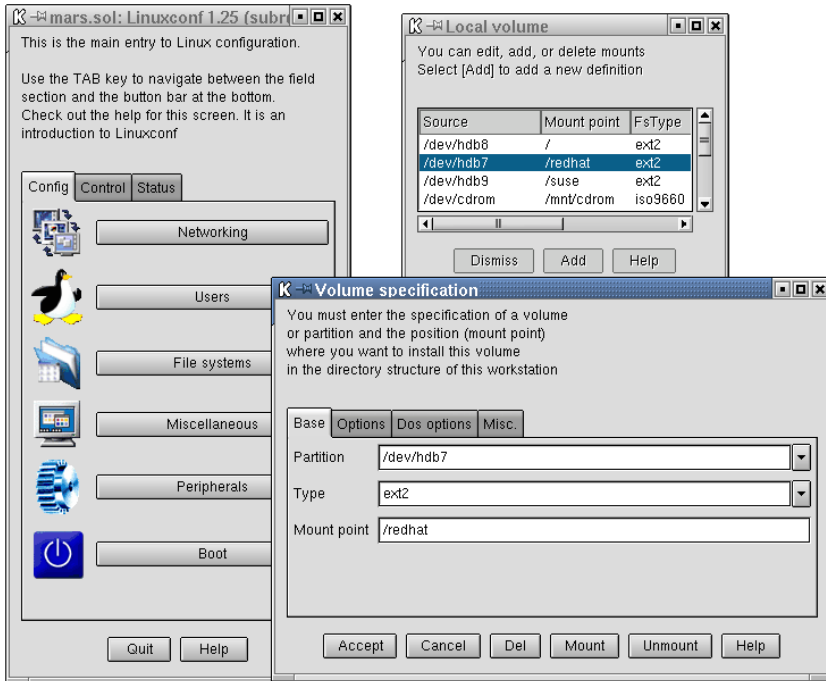


Abbildung 5.2: Administration des Dateisystems mit der von Mandrake mitgelieferten Linuxconf-Version

Einstellung der Sprache: Linuxconf versucht, Dialog- und Hilfetexte automatisch in der jeweiligen Landessprache darzustellen. Allerdings ist die Datenbank für nichtenglische Sprache ziemlich unvollständig, weswegen in den meisten Dialogen ein buntes Sammelsurium englischer und anderssprachiger Texte erscheint. Zudem ist die Online-Dokumentation nur in englischer Sprache verfügbar.

Um Linuxconf von Übersetzungsversuchen abzuhalten, deaktivieren Sie im Dialog CONTROL|LINUXCONF MANAGEMENT|MISCELLANEOUS die Option AUTOMATIC LANGUAGE SELECTION und wählen im darunter liegenden Listenfeld die englische Sprache aus. Nach einem Neustart werden alle Texte englisch angezeigt. (Linuxconf-spezifische Informationen werden übrigens in der Datei /etc/conf.linuxconf gespeichert.)

Aktivierung der Änderungen: Linuxconf führt einfache Änderungen an Konfigurationsdateien normalerweise sofort nach der Bestätigung der Eingaben eines Dialogs durch. Anders sieht es aus, wenn Änderungen erst durch den Start eines neuen Dienstes (Dämons) wirksam werden. In diesem Fall erfolgt spätestens beim Versuch, Linuxconf zu verlassen, eine Rückfrage, ob die Änderung tatsächlich durchgeführt werden soll. Erst wenn Sie hier bestätigen, wird die veränderte Einstellung aktiv.

VORSICHT

Linuxconf ist manchmal recht eigenmächtig, was die Durchführung von Konfigurationsänderungen betrifft. Einmal ist es mir passiert, dass Linuxconf unvermutet LILO installiert hat. Prinzipiell hat die Installation zwar funktioniert, aber anschließend konnte ich weder Windows NT und noch andere auf dem Rechner vorhandenen Linux-Distributionen starten! Mit `lilo -u` ließ sich diese ungewollte LILO-Installation zum Glück rückgängig machen. Bevor Sie Linuxconf also erlauben, die Änderungen durchzuführen, sollten Sie sich genau ansehen, was das Programm vorhat.

5.4 Textkonsole, Textkommandos

Bei modernen Linux-Distributionen werden Sie nie mit der Textkonsole konfrontiert. Bereits der erste Login erfolgt im X Window System. Was geschieht aber, wenn bei der Konfiguration von X die Grafikkarte nicht erkannt wurde? Oder wenn Sie einen alten 486er-PC mit wenig RAM als Firewall konfigurieren? In solchen Fällen müssen Sie sich mit den Textkonsolen anfreunden. Die folgenden Tipps helfen Ihnen dabei, die Arbeit in den Textkonsolen möglichst komfortabel zu gestalten. Ein Teil der hier präsentierten Tipps – etwa zur Konfiguration von `less` – gilt auch dann, wenn Sie Textkommandos in einem X-Terminal-Fenster verwenden.

HINWEIS

Eine Menge nützlicher Tipps zur Anpassung von Linux an die deutsche Sprache enthält die HOWTO-Datei `German-HOWTO`. Vergleichbare HOWTOs gibt es auch für eine Reihe weiterer Länder bzw. Sprachen. Allgemeine Informationen zu den HOWTO-Dokumenten finden Sie ab Seite 137.

Erheblich größer sind die Probleme in asiatischen Ländern, wo die Zeichen durch zwei Byte codiert werden und spezielle Eingabeformen existieren. Mangels eigener Erfahrungen gehe ich auf diese Besonderheiten aber nicht ein.

Tastatur in Textkonsolen

Die zentrale Anlaufstelle für die Tastaturverwaltung ist das Programm `loadkeys`. Es lädt eine Tabelle, die die Zuordnung zwischen Tastaturcodes und Zeichen steuert. Im deutschen Sprachraum sollte nach der Installation `de-latin1.map` eingestellt sein. Eine Variante dazu ist `de-latin1-nodeadkeys.map`. Der Unterschied zwischen den beiden Varianten liegt in der Behandlung der Sonderzeichen ```, `'`, `~` und `^`: In der Stan-

dardvariante können diese Zeichen zur Zusammensetzung ausländischer Zeichen verwendet werden. Wenn das Zeichen selbst eingegeben werden soll, muss anschließend die Leertaste gedrückt werden. Bei der nodeadkey-Variante erscheint das Zeichen sofort, eine Zusammensetzung ausländischer Zeichen ist nur mit der Kompositionstaste möglich (siehe Seite 160).

Mit dem folgenden Kommando können Sie eine neue Tastaturtabelle ausprobieren. (Komprimierte Tabellen werden automatisch dekomprimiert.)

```
root# loadkeys /usr/lib/kbd/keymaps/i386/type/name.map
```

Damit die jeweilige Tastaturtabelle beim Systemstart automatisch geladen wird, muss die Einstellung bleibend gespeichert werden. Leider hat die Konfigurationsdatei bei fast jeder Distribution einen anderen Namen (ein Problem, das im Verlauf dieses Kapitels noch oft auftreten wird!).

Mandrake: Der Name der Tastaturtabelle wird in `/etc/sysconfig/keyboard` eingetragen:

```
# /etc/sysconfig/keyboard (Mandrake)
KBCHARSET=iso-8859-1
BACKSPACE=Delete
KEYTABLE=de-latin1-nodeadkeys
```

Bei Mandrake 8 ist die BACKSPACE-Einstellung übrigens wirkungslos, weil die von `/etc/init.d/keyboard` geladenen Include-Dateien `backspace.inc` bzw. `delete.inc` denselben Inhalt aufweisen. Wenn Sie die Konfiguration der Tastatur verändern möchten, können Sie das Kommando `kbdconfig` aufrufen.

Red Hat: Der Name der Tastaturtabelle wird ebenfalls in `/etc/sysconfig/keyboard` eingetragen, allerdings gilt dabei eine andere Syntax als bei Mandrake:

```
# /etc/sysconfig/keyboard (Red Hat)
KEYBOARDTYPE="pc"
KEYTABLE="de-latin1"
```

Bei Red Hat befinden sich die Tastaturtabellen nicht in `/usr/lib/kbd`, sondern im Verzeichnis `/lib/kbd`. Auch bei Red Hat kann die Tastatur mit dem Programm `kbdconfig` konfiguriert werden.

SuSE: Die Tastatur wird durch eine von vielen Einstellungen in der Datei `/etc/rc.config` bestimmt. Die angegebene Datei wird in den Unterverzeichnissen von `/usr/lib/kbd/keymaps` gesucht.

```
# in /etc/rc.config (SuSE)
KEYTABLE="de-latin1-nodeadkeys.map.gz"
```

Bei SuSE können Sie die Tastatur mit `yast` konfigurieren (Menüpunkt EINSTELLUNGEN ZUR INSTALLATION|TASTATURBELEGUNG). YaST2 sieht zurzeit noch keine Möglichkeit zur Tastaturkonfiguration vor.

Tastenkürzel für Euro und Cent

Damit Sie in der Textkonsole das Euro- und das Cent-Symbol mit **(AltGr)+(E)** bzw. mit **(AltGr)+(C)** eingeben können, müssen die beiden folgenden Zeilen in Ihrer Tastaturtabelle stehen:

```
# /usr/lib/kbd/keymaps/i386/include/euro.map.gz
altgr keycode 18 = currency # Euro-Symbol
altgr keycode 46 = cent     # Cent-Symbol
```

Bei den meisten Distributionen wird dazu die Datei `euro.map.gz` oder `euro.inc.gz` mitgeliefert, die von den Tastaturtabellen via `include` genutzt wird. Die Tastatureingabe sollte daher auf Anhieb funktionieren. (Wenn das nicht der Fall ist, müssen Sie die obige Datei selbst erzeugen. Anschließend führen Sie das Kommando `loadkeys euro` aus.)

VERWEIS

Mehr Probleme als die Eingabe des Euro-Symbols macht normalerweise die Anzeige dieses Symbols am Bildschirm – aber die Auswahl des richtigen Konsolenfonts überwindet auch dieses Hindernis (siehe Seite 163). Informationen zur Verwendung des Euro-Symbols im X Window System finden Sie auf Seite 503. Weitere Informationen zum Thema Linux, KDE und Euro finden Sie unter:

<http://users.pandora.be/sim/euro/>

Sonderzeichen zusammensetzen

In der Konsole können Sie Zeichen, für die es keine eigenen Tasten gibt, zumeist aus der Kombination von zwei Tasten zusammensetzen. Dazu drücken Sie zuerst eine Kompositionstaste, dann die erste Taste, dann die zweite. Als Kompositionstaste hat sich die Windows-Menütaste etabliert, die im Textmodus ohnedies ohne Funktion ist. Zwei Beispiele:

(Win-Menü), **(o)**, **(a)** ergibt das Zeichen å.

(Win-Menü), **(m)**, **(u)** liefert µ.

Damit dieses Verfahren auch bei einer Tastatur ohne Windows-Taste funktioniert, sind je nach Distribution auch andere Kompositionstasten definiert:

Mandrake, Red Hat: **(Druck)** oder **(Alt)+(AltGr)**

SuSE: **(Linke Shift)+(Rechte Strg)** oder **(Rechte Shift)+(Linke Strg)**

Eine Liste aller bekannten Tastenkombinationen liefert `dumpkeys`. Die definierten Kombinationen sind natürlich von der verwendeten Tastaturtabelle abhängig. Viele Tastaturtabellen benutzen aber einfach die Datei `kbd/keymaps/include/compose.latn1`, aus der die folgenden Kürzel stammen:

```
user$ dumpkeys | less
...
compose ' ' 'A' to 'Ã'
compose ' ' 'a' to 'ã'
compose '^' 'A' to 'Â'
compose '^' 'a' to 'â'
compose '~' 'A' to 'Ã'
compose '~' 'a' to 'ã'
compose '"' 'A' to 'Ä'
compose '"' 'a' to 'ä'
compose 'O' 'A' to 'Å'
compose 'o' 'a' to 'å'
...
compose 'm' 'u' to 'µ'
...
```

Zusätzliche Tastenkürzel

Sie können die Tastaturtabellen in `/usr/lib/kbd/keymaps` selbst erweitern und damit den Funktionstasten Zeichenketten oder bestimmten Tastenkombinationen besondere Funktionen zuordnen.

VORSICHT

Bevor Sie sich hier auf größere Änderungen einlassen, sollten Sie sich mit Linux, mit Anwendungsprogrammen wie dem Emacs und dem X Window System vertraut machen. Viele Eingriffe in die Tastaturtabelle sind nicht portabel, d. h. sie funktionieren oft nur im Textmodus und auch dort oft nur bei der Befehlseingabe im Kommandointerpreter.

Wenn Sie die beiden folgenden Zeilen an das Ende von `de-latin1-noadkeys` stellen, können Sie den Cursor sowohl bei der Kommandoeingabe in der Shell (`bash`) als auch in manchen Editoren mit `(Strg)+(←)` bzw. mit `(Strg)+(→)` wortweise bewegen.

```
# Ergänzung in
# /usr/lib/kbd/keymaps/i386/quertz/de-latin1-noadkeys.map.gz
control keycode 105 = Meta_b # Shift + <-- ergibt 'Meta-Back'
control keycode 106 = Meta_f # Shift + --> ergibt 'Meta-Forward'
```

HINWEIS

Die Konfiguration der Tastatur unter X wird ab Seite 500 beschrieben. Die Reaktion auf die Tastenkombination `(Strg)+(Alt)+(Entf)` wird durch die Datei `/etc/inittab` gesteuert, d. h. der Shutdown durch diese Tastenkombination kann dort (de)aktiviert werden (siehe Seite 359).

Weitere Informationen zur Verwaltung der Tastatur erhalten Sie mit `man loadkeys`, `man keymaps`, `man showkey` und `man dumpkeys`. Mit dem Programm `showkey` können Sie feststellen, welche Codes den einzelnen Tasten zugeordnet sind. `dumpkeys` gibt die aktuelle Tastaturzuordnung aus. Werfen Sie eventuell auch einen Blick in den Keyboard-HOWTO-Text! Dieses Dokument ist zwar schon ziemlich alt, viele Informationen sind aber nach wie vor zutreffend.

Schriftart in Textkonsolen

Je nach Distribution können Sie die Schriftart mit dem Kommando `setfont` oder `consolechars` einstellen. (Das hängt davon ab, ob Ihre Distribution das `kbd`- oder das `console-tools`-Paket verwendet.) In jedem Fall müssen Sie als Parameter eine Schriftartdatei angeben. Diese Dateien befinden sich im Verzeichnis `/usr/lib/kbd/consolefonts` (Red Hat: `/lib/kbd/consolefonts`).

Die Dateinamen der Schriftartdateien geben Auskunft darüber, gemäß welchem Zeichensatz die Zeichen codiert sind und wie groß die Zeichen sind. Wenn Sie den Latin-1-Zeichensatz anwenden (z. B. in vielen westeuropäischen Ländern), sollten Sie eine Font-Datei auswählen, deren Name mit `iso01` oder `lat1` beginnt. Sinnvoll sind auch `lat5`, `lat6`, `lat9` oder `lat0` sowie `iso-9` und `iso-15`; dahinter verstecken sich Zeichensätze, die zu Latin-1 weitgehend kompatibel sind. (Details zur Benennung der Zeichensätze finden Sie auf Seite 191.)

Dem Zeichensatznamen folgt eine Zahl (meist -8, -14 oder -16), die die Höhe der Zeichen in Bildschirmpixeln angibt. Wenn Sie eine 8-Pixel-Schriftart verwenden, sind die einzelnen Zeichen relativ klein, dafür werden am Monitor aber mehr Zeilen angezeigt.

setfont: `setfont` findet die Dateien selbstständig, d. h. es braucht weder das Verzeichnis noch die Dateikennung angegeben zu werden. Das folgende Kommando lädt die Datei `/usr/lib/kbd/consolefonts/iso01.14.gz`.

```
root# setfont iso01.14
```

Um die von `setfont` vorgesehene Defaultschriftart wiederherzustellen, führen Sie einfach `setfont` ohne Parameter aus.

consolechars: Wenn Sie die Schriftart dagegen mit `consolechars` einstellen möchten, müssen Sie die Option `-f` und den vollständigen Dateinamen angeben.

```
root# consolechars -f /usr/lib/kbd/consolefonts/iso01.14.psf.gz
```

Um die Defaultschriftart von `consolechars` wiederherzustellen, führen Sie `consolechars` mit der Option `-d` aus (ohne einen Dateinamen anzugeben).

Einstellung der Defaultschriftart: Während des Rechnerstarts wird auch die Schriftart für die Konsole eingestellt. Diese Defaultschriftart wird bei jeder Distribution anders eingestellt:

Mandrake: Das Verzeichnis `/etc/sysconfig/console/consolefonts` muss die gewünschte Schriftartdatei enthalten.

Red Hat: Der Dateiname der Schriftart wird in der Variable `SYSFONT` der Datei `/etc/sysconfig/i18n` eingestellt.

SuSE: Der Dateiname der Schriftart wird in der Variable `CONSOLE_FONT` der Datei `/etc/rc.config` eingestellt.

Schriftart mit Euro-Symbol

In den meisten Konsolenschriftarten ist leider kein Euro-Symbol vorgesehen. Wenn Sie mit SuSE-Linux arbeiten (kbd-Paket), können Sie einen der `lat9w-n.psfu`-Fonts verwenden. Bei Red Hat und Mandrake bekommen Sie das Euro-Symbol beispielsweise mit der Schriftart `lat0-sun16` zu sehen. (Das Euro-Zeichen sollte in allen Schriftarten enthalten sind, die gemäß dem Zeichensatz ISO-8859-15 alias Latin 9 alias Latin 0 codiert sind – siehe Seite 191. In der Praxis ist das allerdings nicht immer der Fall.)

Textmodus mit 80*50 Zeichen

Wenn Sie einen großen Monitor haben, sind 25 Zeilen mit je 80 Zeichen in einer Textkonsole nicht gerade das Optimum. Wenn Sie mehr Zeilen darstellen möchten, wählen Sie einfach mit `setfont` bzw. mit `consolechars` eine Schriftart mit kleineren Zeichen aus. Damit wird der Textmodus automatisch auf eine entsprechend höhere Zeilenanzahl umgestellt.

Tip

Seit Kernel 2.2 funktioniert die Aktivierung besonderer Textmodi nur, wenn die entsprechende Option der Gruppe *Console Drivers* aktiviert ist! Das ist bei den gängigen Distributionen der Fall.

Mit dem Paket `SVGATextMode` können Sie Textkonsolen mit (beinahe) beliebig vielen Zeilen und Spalten verwenden. Das Programm wird mit den meisten Distributionen mitgeliefert, erfordert allerdings eine gesonderte Konfiguration.

Inverse oder farbige Textdarstellung in Textkonsolen

Üblicherweise werden die Textkonsolen mit schwarzem Hintergrund und weißer Schrift angezeigt. Besonders augenfreundlich ist das aber nicht. Mit dem Kommando `setterm` kann auf eine inverse Bildschirmdarstellung umgestellt werden. Damit alle Konsolen in den Genuss dieser Bildschirmdarstellung kommen, muss das Kommando in `/etc/profile` aufgenommen werden. (profile wird bei jedem Login ausgewertet.)

```
# Ergänzung in /etc/profile oder ~/.profile
# schwarze Schrift auf weißem Grund
setterm -inversescreen
```

Statt `setterm -inv` (hier in der zulässigen Kurzschreibweise) können Sie übrigens auch `setterm -background white -foreground black -store` ausführen. Sie erreichen damit weitgehend dieselbe Wirkung, können nach diesem Schema aber auch andere Farben (blauen Hintergrund, rote Schrift) einstellen. Mit den `setterm`-Optionen `ulcolor` und `hbcolor` kann zudem die Schriftfarbe für unterstrichenen und für fetten Text eingestellt werden. (Diese Attribute werden beispielsweise bei der Anzeige von man-Texten genutzt.)

Da zahlreiche Programme Farben in Textkonsolen auf die unterschiedlichste Weise nutzen (`ls`, `less`, `minicom`, `jed` etc.) ist es schwierig, eine Einstellung zu finden, in der alle Programme optimale Ergebnisse liefern. Die meisten Programme gehen einfach davon aus, dass weiße Schrift auf schwarzem Grund angezeigt wird. `set - term -inv` verursacht vergleichsweise wenige Probleme, die Einstellung anderer Farbschemata ist aber oft problematisch.

Mausunterstützung

Die Verwendung der Maus ist eigentlich nur im X Window System vorgesehen. Das Programm `gpm` erlaubt eine eingeschränkte Benutzung der Maus auch im Textmodus. Nachdem dieses Programm gestartet wurde, kann die Maus durch das Drücken der linken Maustaste eingeschaltet werden. Jetzt ist der Mauscursor sichtbar, die Maus kann bewegt werden. Bei gedrückter linker Maustaste kann nun ein Bildschirmausschnitt markiert werden. Ein Doppelklick markiert ein Wort, ein Dreifachklick markiert eine ganze Zeile.

Durch Drücken der mittleren Maustaste werden die gespeicherten Zeichen an der aktuellen Cursorposition eingefügt. Wenn beim Aufruf von `gpm` die Option `-B132` verwendet wird, kann das Einfügen mit der rechten Maustaste durchgeführt werden (interessant für Mäuse mit nur zwei Tasten).

Die Maus eignet sich also im Regelfall nur als Eingabeerleichterung und zum Kopieren von Text zwischen den Textkonsolen. Es ist aber nicht möglich, mit der Maus die Position des Cursors (etwa in einem Editor) zu verändern. Linux-Programme, die im Textmodus arbeiten, wissen nichts von der Existenz der Maus. Das Einfügen von Text erscheint den Programmen wie eine normale Tastatureingabe. Ausnahmen sind lediglich Programme, die speziell auf die Zusammenarbeit mit `gpm` ausgerichtet sind, wie z. B. `Emacs`, `lynx`, `mc`, `slrn` und `tin`.

Beim Aufruf von `gpm` muss nach der Option `-t` der Maustyp angegeben werden: `mman` für MouseMan-kompatible Mäuse, `ms` für eine Microsoft-kompatible Maus, `msc` für Mouse Systems, `logi` für Logitech, `bm` für eine ATI- oder Bus-Maus bzw. `ps2` für eine Maus am PS/2. (`gpm -t help` zeigt eine vollständige Liste aller Maustypen an.)

```
root# gpm -t ms
```

Beim Ausprobieren ist `gpm -k` sehr praktisch, mit dem ein laufender `gpm` wieder gestoppt wird. Erst dann kann `gpm` mit anderen Parametern neu gestartet werden.

`gpm` setzt voraus, dass von `/dev/mouse` ein Link auf die richtige Schnittstelle zeigt (zumeist `/dev/psaux` für PS/2-Mäuse, `/dev/ttyS0` oder `/dev/ttyS1` für die serielle Schnittstelle, oder `/dev/usb/mouse0` für USB-Mäuse). Je nach Konfiguration kann es auch sein, dass die Maus über das Device `/dev/input/mouse0` angesprochen wird. Falls Sie mehrerer (USB-)Mäuse verwenden, lautet das gemeinsame Device hierfür `/dev/input/mice`. Tipps zum Umgang mit der seriellen Schnittstelle finden Sie ab Seite 636 im Rahmen der Modemkonfiguration.

gpm wird mittlerweile von fast allen Distributionen automatisch eingerichtet. Wenn Linux so eingerichtet ist, dass sofort nach dem Systemstart X erscheint, wird gpm in der Regel nicht automatisch gestartet (wegen möglichen Kompatibilitätsproblemen mit X). In solchen Fällen können Sie gpm selbst starten:

```
root# /etc/init.d/gpm start
```

Konfiguration von less

less dient zur seitenweisen Anzeige von Textdateien auf dem Bildschirm und gehört damit zu den meistgenutzten Linux-Kommandos bei der Arbeit in Textkonsolen (siehe auch Seite 946). Bei vielen Distributionen wird das Programm auch zur Anzeige von man-Texten eingesetzt. (Selbstverständlich funktionieren less und man auch in einem Shell-Fenster unter X.)

Das Verhalten von less wird durch eine Reihe von Umgebungsvariablen gesteuert. Damit kann die Funktion und Bedienung von less in einem relativ weiten Rahmen eingerichtet werden. Bei vielen Linux-Distributionen sind diese Variablen bereits per Default initialisiert. Falls das nicht der Fall ist, können Sie die Einstellung beispielsweise in /etc/profile vornehmen.

LESS: In der Umgebungsvariable LESS können Defaultoptionen für less eingestellt werden. Recht praktisch ist -M: Damit wird bei jeder Datei die gerade aktuelle Zeilennummer angezeigt. (Bei sehr langen Textdateien beansprucht das etwas Zeit, weswegen die Option per Voreinstellung bei einigen Distributionen nicht aktiv ist.) Weitere sinnvolle Optionen sind -i (ignoriert die Groß- und Kleinschreibung bei der Suche) und -S (schneidet lange Zeilen ab, anstatt sie zu umbrechen).

LESSOPEN: In der Umgebungsvariable LESSOPEN kann ein Shell-Script (also ein kleines Programm) angegeben werden, das bei jedem less-Aufruf automatisch gestartet wird. Dieses Programm kann beispielsweise dazu verwendet werden, dass komprimierte Dateien automatisch dekomprimiert werden, dass mit less das Inhaltsverzeichnis von tar-Archiven betrachtet werden kann etc. Bei der Slackware- und SuSE-Distribution ist eine entsprechende Script-Datei standardmäßig installiert, bei anderen Distributionen sollten Sie sich die Mühe machen und die Dateien selbst installieren – es lohnt sich!

```
# Ergänzung in /etc/profile oder ~/.profile
export LESSCHARSET=latin1
export LESS=-M
export LESSOPEN="|lesspipe.sh %s"
```

lesspipe.sh muss sich in einem PATH-Verzeichnis befinden, üblicherweise in /usr/bin. In dem Programm wird je nach Dateierweiterung zuerst tar (Archivdateien), rpm (Paketdateien), gunzip (komprimierte Textdateien) oder groff (man-Texte) aufgerufen. Die Ergebnisse dieser Programme werden dann an less weitergeleitet. lesspipe.sh arbeitet also als Filter. Die betrachtete Datei wird dadurch natürlich nicht verändert!

```
#!/bin/sh
# Datei /usr/bin/lesspipe.sh
lesspipe()
  case "$1" in
    *.tar) tar tvvf $1 2>/dev/null ;; # Inhalt von .tar und .tgz
    *.tgz) tar tzvf $1 2>/dev/null ;;
    *.tar.gz) tar tzvf $1 2>/dev/null ;;
    *.tar.Z) tar tzvf $1 2>/dev/null ;;
    *.tar.z) tar tzvf $1 2>/dev/null ;;
    *.rpm) rpm -qpli $1 2>/dev/null ;; # Inhalt von .rpm
    *.Z) gzip -dc $1 2>/dev/null ;; # Inhalt von kompr. Dateien
    *.z) gzip -dc $1 2>/dev/null ;;
    *.gz) gzip -dc $1 2>/dev/null ;;
    *.zip) unzip -l $1 2>/dev/null ;;
    *) # groff
       *.1|*.2|*.3|*.4|*.5|*.6|*.7|*.8|*.9|*.n|*.man) FILE='file -L $1' ;
       src FILE='echo $FILE | cut -d ' ' -f 2'
       if [ "$FILE" = "troff" ]; then
         groff -s -p -t -e -Tascii -mandoc $1
       fi ;;
    esac
lesspipe $1
```

LESSKEY: Sie können sogar die Tastenkürzel von less konfigurieren. Dazu müssen Sie eine lesskey-Datei verwenden (siehe den gleichnamigen man-Text). Außerdem muss die Umgebungsvariable LESSKEY den Dateinamen der lesskey-Datei enthalten.

LESSCHARSET: Falls less Texte mit europäischen Sonderzeichen nicht korrekt anzeigt (was nur bei älteren Versionen oder einer falschen Einstellung der Umgebungsvariablen LANG oder LC_CTYPE der Fall sein sollte), schafft die Zuweisung des Textes latin1 an die Umgebungsvariable LESSCHARSET Abhilfe. Diese Zuweisung sollte in /etc/profile vorgenommen werden.

```
# Ergänzung in /etc/profile oder ~/.profile
export LESSCHARSET=latin1
```

Falls Sie mit less Unicode-UTF-8-Dokumente anzeigen möchten, müssen Sie utf-8 statt latin1 verwenden. Aus nicht ganz nachvollziehbaren Gründen kann es Kompatibilitätsprobleme mit der Umgebungsvariablen LESSKEY geben. Wenn less also trotz der richtigen LESSCHARSET-Einstellung keine Unicode-Dokumente anzeigt, versuchen Sie LESSKEY zu löschen. (Die Anzeige von Unicode-Dokumenten gelingt nur, wenn auch die Konsole oder das Terminal-Fenster Unicode-kompatibel sind. Weitere Informationen zu Unicode finden Sie auf Seite 197.)

```
export LESSCHARSET=utf-8
export LESSKEY=
```

Konfiguration von ls

Das Kommando `ls` listet alle Dateien eines Verzeichnisses auf. (Die zahlreichen Optionen dieses Kommandos sind auf Seite 948 beschrieben.) Um die oft seitenlangen Ausgaben von `ls` ein bißchen übersichtlicher zu machen, können Dateien entsprechend ihrer Bedeutung farblich gekennzeichnet werden: beispielsweise ausführbare Dateien dunkelblau, Links hellblau, komprimierte Dateien rot etc. Damit das klappt, muss `ls` entweder mit der Option `--color` aufgerufen werden oder die Umgebungsvariable `$LS_OPTIONS` muss diese Option enthalten.

Bei vielen Distributionen ist `ls` bereits für die Farbausgabe vorkonfiguriert. Wenn `ls` nur einen farblichen Einheitsbrei liefert, sollten Sie als Erstes mit `alias` und mit `echo $LS_OPTIONS` die aktuelle Konfiguration überprüfen. Wenn dort eine Konfiguration für den Farbbetrieb erkennbar ist, kann das Fehlen von Farben auch am Shell-Fenster liegen. `ls` kann nur dann Farbausgaben liefern, wenn das Shell-Fenster farbtauglich ist. Das ist bei `xterm` üblicherweise der Fall, bei manchen `xterm`-Alternativen aber nicht.

Welche Dateien in welchen Farben angezeigt werden, wird durch die Umgebungsvariable `$LS_COLORS` gesteuert. Da die manuelle Einstellung dieser Variable zu kompliziert wäre, kann mit dem Kommando `dircolors` eine Konfigurationsdatei ausgelesen werden (üblicherweise `/etc/DIR_COLORS`). `dircolors` verwertet den Inhalt der Datei und deklariert die Umgebungsvariable `$LS_COLORS` entsprechend. Informationen zur Syntax von `/etc/DIR_COLORS` erhalten Sie mit `dircolors --print-database`.

Wie so oft gibt es viele Möglichkeiten, `ls` zur Farbenfreude zu verhelfen. Die folgenden Absätze beschreiben die Vorgehensweise bei einigen Distributionen:

Mandrake, Red Hat: In `/etc/profile.d/colorls.sh` wird `/etc/DIR_COLORS` zur Definition von `$LS_COLORS` ausgewertet; außerdem definiert diese Datei den `ls`-Alias `ls --color=tty`.

SuSE: In `/etc/profile` wird `/etc/DIR_COLORS` zur Definition von `$LS_COLORS` ausgewertet; außerdem wird `$LS_OPTIONS` mit `--color=tty` voreingestellt. `~/ .bashrc` enthält die `ls`-Alias-Definition `ls $LS_OPTIONS`.

Bei allen drei Distributionen gilt außerdem die Abkürzung `ll` für `ls -l`.

bash-Konfiguration

Die `bash` (*bourne again shell*) ist der Kommandointerpreter, in dem Sie üblicherweise Ihre Kommandos ausführen. Auch dieses Programm bietet Konfigurationsmöglichkeiten, die aber in einem eigenen Kapitel speziell zur `bash` beschrieben werden. Beispielsweise können Sie zusätzliche Tastenkürzel definieren (siehe Seite 861) oder mit `alias` Abkürzungen deklarieren (siehe Seite 865).

Einstellung des Defaulteditors

Einige Programme und Kommandos – etwa das Mail-Programm `elm` oder das Kommando `crontab` – starten zum Ansehen oder Editieren von Dateien selbstständig einen Editor. Diese Programme nehmen dabei auf die Umgebungsvariablen `EDITOR` und/oder `VISUAL` Rücksicht. Wenn diese Variablen nicht voreingestellt sind, wird normalerweise der `vi` gestartet, der von allen Editoren der unkomfortabelste ist. Die Voreinstellung dieser Variablen erfolgt in der Datei `/etc/profile`:

```
# Ergänzung in /etc/profile oder ~/.profile
# damit kein Programm den vi aufruft
export EDITOR=/usr/bin/emacs
export VISUAL=$EDITOR
```

5.5 Datum und Uhrzeit

Alle Distributionen verfügen über Tools zur Einstellung der Systemzeit:

Mandrake: `DrakConf`

Red Hat: `timeconfig` (Textmodus), `dateconfig` (X)

SuSE: `yast`

Darüber hinaus können Sie die Systemzeit auch im KDE-Kontrollzentrum einstellen: `SYSTEM|DATUM & ZEIT`. (Achtung: Die KDE-Zeiteinstellung ist mit SuSE 7.1 inkompatibel! Verwenden Sie stattdessen `yast` oder verändern Sie `/etc/rc.config` direkt.)

Dennoch ist es wissenswert, wie die Zeit intern verwaltet wird: Wegen der internationalen Vernetzung von Rechnern ist die Verwendung einer weltweit einheitlichen Uhrzeit erforderlich, nämlich GMT. Diese Abkürzung steht für *Greenwich Mean Time* und ist das Maß der Dinge (zumindest der Zeit) auf allen Unix-Rechnern. Für diese Zeit ist als zweite Abkürzung auch UTC üblich (*Universal Time, Coordinated*).

Wenn Sie eine Datei speichern, dann wird nicht die aktuelle Ortszeit gespeichert, sondern eine auf diesen internationalen Standard umgerechnete Zeit. Wenn Sie die Datei anschließend mit `ls -l` ansehen, wird die Uhrzeit wieder auf die Ortszeit am Standort des Rechners zurückgerechnet. Dieses kompliziert erscheinende Verfahren ermöglicht es festzustellen, welche Datei aktueller ist: eine um 18:00 Ortszeit in München gespeicherte Datei oder eine um 12:30 Ortszeit in New York gespeicherte Datei.

Damit das alles funktioniert, muss Linux zuerst einmal wissen, in welcher Zeitzone sich der Rechner befindet. Die zur Auswahl stehenden Zeitzonen können Sie dem Verzeichnis `/usr/lib/zoneinfo` oder `/usr/share/zoneinfo` entnehmen.

Als zweite Information muss Linux wissen, welche Uhrzeit sich in der CMOS-Uhr des Rechners befindet. Die Uhrzeit wird beim Rechnerstart mit `clock` gelesen. In Frage kommen die lokale Zeit oder GMT. Falls Sie den Rechner auch unter DOS/Windows verwenden, ist es praktischer, wenn die CMOS-Uhr die lokale Zeit angibt.

Die Einstellung der Zeitzone und der lokalen Zeit erfolgt je nach Distribution über verschiedene Dateien. Während des Init-V-Prozesses werden diese Einstellungen ausgewertet und als Parameter an das Kommando `hwclock` übergeben, das die CMOS-Uhr ausliest und dann die Systemzeit entsprechend einstellt.

Mandrake/Red Hat: `/etc/sysconfig/clock`

```
# /etc/sysconfig/clock (Mandrake/Red Hat)
ARC=false          # nur für DEC-Alpha-Rechner, siehe man hwclock
UTC=false          # CMOS-Uhr enthält lokale Zeit
ZONE=Europe/Vienna # Zeitzone
```

HINWEIS

Das Programm `dateconfig` von Red Hat bietet die Möglichkeit, die aktuelle Zeit von einem Internet-Server zu lesen. Das ermöglicht oftmals eine genauere Zeiteinstellung als durch die eingebaute Hardware-Uhr. Intern wird dazu während des Init-V-Prozesses das Programm `ntpd` ausgeführt (*Network Time Protocol Daemon*). Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zum `ntp`-Paket.

SuSE: `/etc/rc.config`

```
# Ausschnitt aus /etc/rc.config (SuSE)
GMT="" # CMOS-Uhr enthält lokale Zeit ("-u" für GMT)
TIMEZONE="Europe/Berlin"
```

glibc-Zeitzone: Für die Umrechnung zwischen der Systemzeit und der lokalen Zeit reicht die korrekte Einstellung der Systemzeit beim Systemstart aber noch nicht aus. Die `glibc`-Bibliothek muss außerdem wissen, welches nun die aktuelle Zeitzone ist. (Diese Bibliothek wird von fast allen Linux-Programmen verwendet.) Dazu werden die Zeitzonendateien ausgewertet, die sich je nach Distribution in den folgenden Verzeichnissen befinden:

Mandrake/Red Hat: `/usr/share/zoneinfo`
SuSE: `/usr/lib/zoneinfo`

Die `glibc`-Bibliothek sucht automatisch an beiden Orten. (Mit der Umgebungsvariablen `TZDIR` kann auch ein anderes Verzeichnis eingestellt werden.)

Welche der Zeitzonendateien nun tatsächlich verwendet werden soll, bestimmt die Datei `/etc/localtime`. Dabei kann es sich entweder um eine Kopie einer Zeitzonendatei handeln oder um einen Link auf eine derartige Datei. Weitere Informationen finden Sie in den `man`-Seiten zu `tzselect`, `tzconfig` und `tzset`.

5.6 Benutzer und Gruppen, Passwörter

Bei der Benutzerverwaltung geht es in erster Linie darum, wer auf welche Dateien zugreifen darf, wer welche Programme ausführen darf, wer auf welche Hardware-Komponenten (Device-Dateien) zugreifen darf etc. Eine Benutzer- und Zugriffsverwaltung ist immer dann erforderlich, wenn auf einem Rechner mehrere Personen arbeiten

dürfen. Es muss Regeln geben, unter welchen Umständen ein Benutzer Daten eines anderen Benutzers lesen oder verändern darf.

Unter Linux wird dazu eine Liste von Benutzern verwaltet. Außerdem ist jeder Benutzer zumindest einer, möglicherweise aber auch mehreren Gruppen zugeordnet. Gruppen dienen dazu, um mehreren Benutzern den Zugriff auf gemeinsame Dateien bzw. Programme zu ermöglichen. (Damit die Verwaltung der Zugriffsrechte funktioniert, werden zusammen mit jeder Datei auch ein Besitzer, die Gruppenzugehörigkeit und so genannte Zugriffsbits gespeichert. Da auch Programme Dateien sind und der Zugriff auf Hardware-Komponenten oft über so genannte Device-Dateien erfolgt, ist dieser Mechanismus sehr allgemein gültig.)

VERWEIS

In diesem Kapitel geht es primär um die Verwaltung von Benutzern und Gruppen. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Dateiverwaltung und die Prozessausführung werden in den Kapitel 6 und 7 behandelt. So finden Sie ab Seite 215 Hintergrundinformationen über die Wirkung der Zugriffsbits, die mit jeder Datei gespeichert werden. Tipps, wie Sie Systemprogramme ausführen können, ohne selbst `root`-Rechte zu besitzen, finden Sie ab Seite 305.

Werkzeuge zur Benutzer- und Gruppenverwaltung

Prinzipiell können Sie als `root` die Benutzerverwaltung weitgehend manuell durchführen, indem Sie die in diesem Abschnitt beschriebenen Dateien direkt ändern oder textorientierte Kommandos wie `useradd` anwenden. Komfortabler und weniger fehleranfällig ist es, die mit den meisten Distributionen mitgelieferten Werkzeuge zur Benutzer- und Gruppenverwaltung einzusetzen. (Im Folgenden wird vorausgesetzt, dass Sie die Konzepte der Benutzer- und Gruppenverwaltung bereits kennen. Details dazu folgen gleich.)

Mandrake: Bei Mandrake dient das X-Programm `userdrake` zur Benutzerverwaltung. (Es kann nicht im Textmodus verwendet werden. Zur Benutzerverwaltung in einer Textkonsole können Sie aber `drakconf` verwenden.) Das Programm kann auch über das Mandrake Control Center gestartet werden. Das Programm hat allerdings einige Eigenheiten:

- Es gibt keine Möglichkeit, die primäre Gruppe für einen Benutzer einzustellen. Der Grund: Mandrake verwendet das Red-Hat-Konzept, jedem gewöhnlichen Benutzer eine eigene Gruppe mit gleichem Namen als primäre Gruppe zuzuweisen.)
- Benutzer mit einer UID kleiner 500 werden nicht angezeigt. Diese Einschränkung kann im Dialog `SETTINGS|PREFERENCES|USERS VIEW` aber leicht behoben werden.
- Das Programm bietet keine Möglichkeit, das Passwort vorhandener Benutzer zu verändern. Verwenden Sie stattdessen `passwd`.

Red Hat: Ab Version 7.2 steht unter Red Hat das Programm `redhat-config-users` zur Verfügung. Das Programm ist mühelos zu bedienen. Der einzige Mangel besteht darin, dass es keinerlei Möglichkeit bietet, die UID oder GID für neue Benutzer oder Grup-

pen zu beeinflussen. Nicht einmal die `UIDs/GIDs` vorhandener Benutzer bzw. Gruppen werden angezeigt.

Wenn Sie mit älteren Red-Hat-Versionen arbeiten, können Sie `linuxconf` oder die weiter unten beschriebenen Kommandos `useradd`, `groupadd` etc. einsetzen. Beachten Sie aber, dass Red Hat ein besonderes System zur Zuordnung von Benutzern zu ihren primären Gruppen vorsieht (siehe Seite 174), das per Default von `useradd` nicht unterstützt wird.

SuSE: Bei SuSE Linux können Sie ab Version 7.2 YaST2 zur Benutzerverwaltung einsetzen. Eine Eigenheit des Programms besteht darin, dass es nicht möglich ist, einen neuen Benutzer für ein schon bestehendes Home-Verzeichnis anzulegen (etwa wenn sich das Home-Verzeichnis in einer eigenen Partition befindet und nach einer Linux-Neuinstallation erneut genutzt werden soll). Abhilfe: Erzeugen Sie den neuen Benutzer mit einem neuen Verzeichnis und ändern Sie `/etc/passwd` anschließend mit einem Editor.

Tipp

Einige Programme zur Benutzeradministration erzeugen in den Dateien `/etc/ptmp` und `/etc/gtmp` Kopien von `/etc/passwd` und `/etc/group`. Anschließend werden diese Kopien bearbeitet, und erst beim Verlassen des Programms werden `passwd` und `group` gespeichert und die Kopien entfernt.

Wenn `/etc/ptmp` und `/etc/gtmp` bereits existieren, wenn das Programm zur Benutzeradministration gestartet wird, erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm glaubt, dass bereits ein anderes Programm zur Veränderung der Benutzerdateien läuft. Falls das nicht der Fall ist, sind `/etc/ptmp` und `/etc/gtmp` wahrscheinlich nicht gelöscht worden, als ein anderes Programm zu Benutzerverwaltung beim letzten Mal nicht richtig beendet wurde. In diesem Fall können Sie `/etc/ptmp` und `/etc/gtmp` einfach löschen.

Neben den distributionsspezifischen Werkzeugen gibt es auch solche, die davon unabhängig entwickelt wurden und in der Theorie mit (fast) jeder Distribution funktionieren sollten.

userconf: `userconf` ist eigentlich ein Teil von `Linuxconf`. Als solches hat es den Vorteil, dass es gleichermaßen unter X als auch im Textmodus ausgeführt werden kann. Eine Besonderheit des Programms besteht darin, dass zeitlich begrenzt gültige Passwörter definiert werden können. Eher für Konfusion dürfte dagegen das Privilegiensystem sorgen, das Benutzern bestimmte Operationen mit `Linuxconf` sowie den Zugriff auf manche System-Services erlaubt. Das dahinter stehende Konzept mag gut sein, nur gibt es kaum Distributionen, die dazu kompatibel sind. (Sie können die Privilegien-Optionen aber einfach ignorieren und nur die restlichen Funktionen von `userconf` verwenden.)

kuser: Auch das Programm `kuser`, das mit den meisten KDE-Versionen mitgeliefert wird, verspricht eine komfortable Benutzerverwaltung. Das Programm wurde aber zuletzt nicht mehr gewartet und ist mit einigen Distributionen inkompatibel. Es sollte daher nur eingesetzt werden, wenn es von der jeweiligen Distribution explizit unterstützt wird – im Zweifelsfall eher nicht. (SuSE empfiehlt für die Distributionen 7.*n* gezielt, das Programm nicht einzusetzen. Bei Mandrake 8 befindet sich das Programm im

CONFIGURATION-Menü und wird dort als USER MANAGER bezeichnet. Der Versuch, das Programm einzusetzen, führt allerdings lediglich zu Fehlermeldungen.)

Grundlagen der Benutzer- und Gruppenverwaltung

Benutzer

Unter Linux (und generell bei Unix-ähnlichen Systemen) gibt es drei Typen von Benutzern:

- **Super-User alias Systemadministrator alias root:** Dieser Benutzer hat üblicherweise den Namen `root`. Wer sich als `root` anmeldet (dazu ist natürlich die Kenntnis des `root`-Passworts erforderlich), hat uneingeschränkte Rechte: Er oder sie darf alle Dateien ansehen, verändern, löschen, alle Programme ausführen etc. Derart viele Rechte sind nur zur Systemadministration erforderlich. Alle anderen Aufgaben sollten aus Sicherheitsgründen nicht als `root` ausgeführt werden!
- **Gewöhnliche Benutzer:** Diese Benutzer verwenden Linux, um damit zu arbeiten. Sie haben uneingeschränkten Zugriff auf ihre eigenen Dateien, aber nur eingeschränkten Zugriff auf den Rest des Systems. Als Loginname wird nach Möglichkeit der Name des Anwenders verwendet (z. B. `kathrin` oder `hofer`).
- **Benutzer für Dämonen und Server-Dienste:** Schließlich gibt es eine Reihe von Benutzern, die nicht für die interaktive Arbeit am Computer vorgesehen sind, sondern zur Ausführung bestimmter Programme. Beispielsweise wird der Webserver Apache nicht vom Benutzer `root` ausgeführt, sondern von einem eigenen Benutzer, der je nach Konfiguration `apache` oder `wwwrun` oder `httpd` oder so ähnlich heißt. Diese Vorgehensweise wird gewählt, um eine möglichst hohe Systemsicherheit zu erzielen.

Die Liste aller Benutzer wird in der Datei `/etc/passwd` gespeichert. Dort wird für jeden Benutzer der Loginname, der vollständige Name, die UID- und GID-Nummer, das Heimatverzeichnis und die Shell gespeichert. Dazu einige weitere Informationen:

Der **Loginname** sollte nur aus Kleinbuchstaben (US-ASCII-Buchstaben und Zahlen) bestehen und nicht länger als acht Zeichen sein. Zwar sind sowohl Nicht-ASCII-Zeichen als auch mehr als acht Zeichen prinzipiell zulässig, es kann aber passieren, dass Probleme in der Kombination mit manchen Programmen auftreten. Für den getrennt gespeicherten vollständigen Namen gelten diese Einschränkungen nicht.

Die **UID-Nummer** (User Identification) dient zur internen Identifizierung des Benutzers. Die Nummer wird insbesondere als Zusatzinformation zu jeder Datei gespeichert, sodass klar ist, wem die Datei gehört.

Für die Vergabe von UID-Nummern gibt es Regeln: `root` hat immer `UID=0`. Server-Dienste und Dämonen laufen mit UID-Nummern zwischen 1 und 499. Für gewöhnliche Benutzer sind Nummern ab 500 vorgesehen.

Die **GID-Nummer** (Group Identification) gibt an, zu welcher Gruppe der Anwender gehört. Mehr Details zu Gruppen folgen im nächsten Abschnitt.

Das **Heimatverzeichnis** ist der Ort, an dem der Benutzer seine privaten Daten speichern kann. Bei gewöhnlichen Benutzern wird dazu üblicherweise der Pfad `/home/loginname` verwendet. Im Heimatverzeichnis werden auch die persönlichen Konfigurationseinstellungen des Benutzers für diverse Programme gespeichert. Beispielsweise enthält die Datei `.emacs` die Konfigurationseinstellungen für den Editor Emacs. Da die Namen derartiger Konfigurationsdateien meistens mit einem Punkt beginnen, sind sie unsichtbar. Sie können mit dem Kommando `ls -la` angezeigt werden.

Damit bei neuen Benutzern sofort sinnvolle Defaulteinstellungen für die wichtigsten Programme vorliegen, sollten beim Anlegen eines neuen Benutzers alle Dateien aus `/etc/skel` in das neu erzeugte Heimatverzeichnis kopiert werden. Viele Programme zum Anlegen neuer Benutzer erledigen diesen Schritt automatisch. Der Inhalt von `/etc/skel` stellt damit die Ausgangseinstellung für jeden neuen Benutzer dar.

Die **Shell** ist ein Interpreter, mit dem der Benutzer nach dem Login Kommandos ausführen kann. Da unter Linux mehrere Shells zur Auswahl stehen, muss in der `passwd`-Datei angegeben werden, welche Shell zum Einsatz kommen soll. Unter Linux ist dies meistens die Shell `bash`, die in Kapitel 20 ausführlich beschrieben wird. (In der `passwd`-Datei muss der vollständige Dateiname der Shell gespeichert werden, also beispielsweise `/bin/bash`.)

Die folgenden Zeilen zeigen beispielhaft einige Benutzerdefinitionen in `/etc/passwd`. Dabei gilt folgendes Format:

Login:Passwort:UID:GID:Name:Heimatverzeichnis:Shell

```
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
bin:x:1:1:bin:/bin:/bin/bash
daemon:x:2:2:daemon:/sbin:/bin/bash
lp:x:4:7:lp daemon:/var/spool/lpd:/bin/bash
...
linuxtst:x:500:100:Linux Testnutzer:/home/linuxtst:/bin/bash
kofler:x:501:100:Michael Kofler:/data/kofler:/bin/bash
kathrin:x:502:100:Kathrin:/home/kathrin:/bin/bash
```

Der Name `passwd` lässt vermuten, dass in der Datei auch die Passwörter gespeichert werden. Das war früher auch der Fall, ist mittlerweile aber unüblich. Statt Passwörtern enthält `/etc/passwd` nur das Zeichen `x`. Die (natürlich verschlüsselten) Passwortinformationen werden in der separaten Datei `/etc/shadow` gespeichert (siehe unten).

Gruppen

Der Sinn von Gruppen besteht darin, mehreren Benutzern den gemeinsamen Zugriff auf Dateien zu ermöglichen. Dazu wird jeder Benutzer einer primären Gruppe (*initial group*) zugeordnet. Außerdem kann ein Benutzer beliebig vielen weiteren Gruppen (*supplementary groups*) zugeordnet werden, also Mitglied mehrerer Gruppen sein.

Die Datei `/etc/group` enthält die Liste aller Gruppen. Die folgenden Zeilen zeigen beispielhaft einige Gruppendefinitionen in `/etc/group`. Es gilt folgendes Format:

Gruppenname:Passwort:GID:Benutzerliste

```
root# less /etc/group
root:x:0:root
bin:x:1:root,bin,daemon
daemon:x:2:
sys:x:3:
tty:x:5:
disk:x:6:
lp:x:7:
...
dialout:x:16:root,linuxtst,kofler,kathrin
...
users:x:100:
dokuteam::101:kathrin
```

Die Zuordnung zwischen Benutzer und Gruppe erfolgt auf zwei Weisen:

- Die primäre Gruppe eines Benutzers wird in `/etc/passwd` gespeichert. Bei der Benutzerin `kathrin` lautet die primäre Gruppe `users` (GID 100 in der `/etc/passwd`-Datei).
- Die Zugehörigkeit zu weiteren Gruppen wird umgekehrt gespeichert, indem der Name des Benutzers in der letzten Spalte der Datei `/etc/group` angegeben wird. So gehört `kathrin` auch zu den Gruppen `dialout` und `dokuteam` (siehe `/etc/group`). Die Zugehörigkeit zur `dialout`-Gruppe erlaubt Kathrin (nur bei SuSE-Systemen), via Modem eine Internet-Verbindung herzustellen. Außerdem darf sie auf alle Dateien zugreifen, die der Gruppe `dokuteam` gehören.

Bei den GID-Nummern ist 0 für `root` vorgesehen, 1 bis 99 für Systemdienste. GID=100 ist normalerweise für die Gruppe `users` reserviert. GIDs größer 100 dürfen für eigene Zwecke definiert werden.

Zuordnung zwischen Benutzer und primärer Gruppe: Für die Zuordnung zwischen Benutzern und ihren primären Gruppen gibt es zwei gängige Strategien:

- Beim herkömmlichen Verfahren (das seit vielen Jahren unter Unix/Linux zum Einsatz kommt), verwenden alle gewöhnlichen Benutzer die primäre Gruppe `users`. Die in diesem Kapitel abgedruckten Beispiele entsprechen diesem Verfahren.
- Red Hat hat ein zweites Verfahren in die Linux-Welt gebracht: Jeder Benutzer bekommt seine eigene primäre Gruppe. In diesem Fall gibt es für die Benutzer `linuxtst`, `kofler` und `kathrin` jeweils eine gleichnamige Gruppe. Die Gruppe `users` gibt es nicht mehr bzw. sie spielt keine Rolle mehr.

Das Verfahren (das mittlerweile von einigen anderen Distributionen kopiert wurde) hat unter bestimmten Umständen Vorteile – etwa dann, wenn mehrere Mitglieder einer sekundären Gruppe gemeinsame Dateien erzeugen. Diese Vorteile kommen aber nur bei einer entsprechenden Systemadministration zum Tragen. Weitere Details finden Sie unter dem Stichwort *user private groups* im Red-Hat-Manual, zuletzt an dieser Adresse:

<http://www.redhat.com/support/manuals/RHL-7.1-Manual/ref-guide/s1-users-groups-private-groups.html>

Bei sehr vielen Linux-Installationen, wo Benutzergruppen oft gar keine gemeinsamen Dateien haben oder zur Verwaltung gemeinsamer Projekte spezielle Werkzeuge wie CVS (Concurrent Versioning System) verwenden, spielt es keine Rolle, ob als primäre Gruppe gemeinsam `users` oder individuell `username` verwendet wird.

Gruppenpasswörter: Wie bei Benutzern können auch bei Gruppen Passwörter definiert werden (Kommando `gpasswd`). Aber während bei Benutzern Passwörter unbedingt zu empfehlen sind, ist Gruppenpasswörter unüblich. Ihr Hauptnachteil besteht darin, dass alle Gruppenmitglieder das Passwort kennen müssen, was die Administration erschwert.

Falls tatsächlich Gruppenpasswörter zum Einsatz kommen sollen, werden diese üblicherweise in der Datei `/etc/gshadow` gespeichert. Ein Gruppenpasswort muss dann eingegeben werden, wenn ein Benutzer mit dem Kommando `newgrp` seine gerade aktive Gruppe wechselt. (Die aktive Gruppe bestimmt, welcher Gruppe neue Dateien angehören.)

Passwörter

Passwörter werden unter Linux generell in einer verschlüsselten Form gespeichert, die keine Rekonstruktion des Passworts ermöglicht. (Anhand des verschlüsselten Codes kann das System nur testen, ob ein von Ihnen angegebenes Passwort stimmt. Details zum Verschlüsselungsverfahren erhalten Sie mit `man 3 crypt`.)

So genannte Passwort-Cracker (also Programme, um Passwörter herauszufinden) beschreiten daher den umgekehrten Weg: Sie testen einfach für Millionen zufälliger Passwörter (meistens Wörter aus einem Wörterbuch in Kombination mit Zahlen), ob der verschlüsselte Code dafür passt. Da viele Anwender einfallslose Passwörter verwenden und Computer immer schneller werden, führt dieser Weg erschreckend oft zum Ziel.

Um potenziellen Angreifern das Leben zu erschweren, werden bei neueren Linux-Systemen die verschlüsselten Passwort-Codes nicht direkt in `/etc/passwd` gespeichert, sondern in der getrennten Datei `/etc/shadow`. Der Vorteil besteht darin, dass diese Datei nur von `root` gelesen werden kann. (`/etc/passwd` und `/etc/group` müssen für alle Benutzer des Systems lesbar sein, weil sie elementare Verwaltungsinformationen enthalten. Bei `/etc/shadow` reicht es dagegen aus, wenn nur die Programme zur Passwort-Verifizierung und -Änderung darauf zugreifen dürfen. Ein potenzieller Angreifer muss daher zuerst `root`-Zugang erhalten, bevor er nur die verschlüsselten Passwort-Codes lesen kann.)

Die folgenden Zeilen zeigen einen Ausschnitt aus einer `shadow`-Datei. Dabei gilt das Format:

Login:Passwort-Code:d1:d2:d3:d4:d5:d6:reserved

```

root# less /etc/shadow
root:Ayp5Q57jd5irI:11400:0:10000:::
bin*:8902:0:10000:::
daemon*:8902:0:10000:::
lp*:9473:0:10000:::
news*:8902:0:10000:::
...
linuxtst:l.NSq7jqwi9E:11400:0:99999:7:0::
kofler:De0QRclTrl7XI:11400:0:99999:7:0::
kathrin:PfBFipo.OOKQc:11417:0:99999:7:0::

```

d1 bis *d6* sind optionale Zeitangaben: *d1* gibt an, wann das Passwort zum letzten Mal geändert wurde. (Die Angabe erfolgt in Tagen, die seit dem 1.1.1970 vergangen sind.) *d2* gibt an, in wie vielen Tagen das Passwort geändert werden darf. *d3* gibt an, in wie vielen Tagen das Passwort spätestens geändert werden muss, bevor es ungültig wird etc. (Details zu den Feldern erhalten Sie mit `man 5 shadow`.)

Normalerweise werden für *d1* bis *d3* derartige Defaultwerte verwendet, dass das Passwort jederzeit geändert werden kann und unbeschränkt gültig bleibt. *d1* bis *d6* können aber auch dazu verwendet werden, um die Gültigkeit von Passwörtern zu beschränken, um Login-Accounts zeitlich automatisch zu deaktivieren etc. (etwa zur Verwaltung von Studenten-Accounts auf einer Universität oder Schule).

Bei den meisten Systembenutzern (im Beispiel oben etwa `bin`, `daemon`, `lp` etc.) wird statt eines Passworts nur ein Stern gespeichert. Das bedeutet, dass es überhaupt kein gültiges Passwort gibt, ein Login also unmöglich ist. (Die Systembenutzer können dennoch verwendet werden: Programme, die im `root`-Account gestartet werden, können später gleichsam ihren Besitzer wechseln und dann als `bin`, `daemon`, `lp` etc. fortgesetzt werden. Genau das ist bei den meisten Systemprozessen der Fall: Sie werden während des Systemstarts von `root` automatisch gestartet und wechseln dann aus Sicherheitsgründen sofort den Besitzer.)

/etc/login.defs: Eine Menge Parameter zur internen Administration von Passwörtern und Logins befinden sich in der Datei `/etc/login.defs`. Dort können Sie einstellen, wie lange die Wartezeit nach einem falschen Login sein soll, wie viele Login-Versuche zulässig sind, ob `passwd` auch offensichtlich schwache Passwörter akzeptieren soll, welche Zugriffsbits für neu erstellte Heimatverzeichnisse benutzt werden sollen etc.

Benutzerverwaltung im Netzwerk

Wenn Sie mehrere Linux-Rechner miteinander vernetzen und mit NFS einen gegenseitigen Zugriff auf Dateien ermöglichen möchten, dann müssen Sie darauf achten, dass die UID- und GID-Nummern auf allen Rechnern einheitlich sind. Das allein wird bei mehreren Rechnern schon recht aufwändig. Wenn Sie nun auch noch möchten, dass sich jeder Benutzer auf jedem Rechner einloggen kann (und zwar natürlich immer unter dem gleichen Loginnamen und mit dem gleichen Passwort), dann müssen Sie alle `/etc/passwd`-Dateien ständig synchronisieren. Der Administrationsaufwand wäre riesig.

Um diesen Aufwand zu vermeiden, wird in solchen Fällen die zentrale Benutzerverwaltung NIS (*Network Information Service*) verwendet. Es gibt einen NIS-Server, der zentral alle Benutzerdaten verwaltet. Auf allen Client-Rechnern muss das Programm `ybind` installiert werden, das mit dem NIS-Server in Verbindung tritt. Einige Distributionen sehen die NIS-Client-Konfiguration bereits während der Installation vor (etwa Red Hat).

VERWEIS

Die Konfiguration von NIS wird in diesem Buch nicht weiter beschrieben. Eine erste Informationsquelle ist das NIS-HOWTO-Dokument.

Passwörter ändern

Um Ihr eigenes Passwort zu verändern, führen Sie das Kommando `passwd` aus. Sie werden jetzt zuerst nach Ihrem alten Passwort gefragt und dann zweimal hintereinander aufgefordert, ein neues Passwort einzutippen. Die Eingabe wird nicht am Bildschirm angezeigt. Nur wenn beide Eingaben übereinstimmen, wird das neue Passwort akzeptiert. Ab jetzt müssen Sie bei jedem Einloggen das neue Passwort verwenden.

Passwörter sollten sechs bis acht Zeichen lang sein. Sie dürfen Klein- und Großbuchstaben, Zahlen sowie Punktationszeichen enthalten. `passwd` führt einige Tests durch und weist Passwörter, die offensichtlich zu einfach sind, zurück. Gute Passwörter sollten außer Kleinbuchstaben mindestens eine Zahl und einen Großbuchstaben enthalten. Außerdem sollte es sich nicht um Wörter (oder einfache Variationen) handeln, die in einem Wörterbuch zu finden sind.

VORSICHT

Vielleicht sind Sie es von Windows-9x noch gewohnt, dass Sie den Rechner einfach ohne Passwort-Eingabe sofort nach dem Start verwenden können. Das war zweifellos bequem, aber diese Zeiten sind vorbei. Mittlerweile ist fast jeder Rechner zumindest manchmal mit einem lokalen Netz oder mit dem Internet verbunden. Die damit verbundenen Sicherheitsrisiken sind weitaus größer, als es vielen Normalanwendern bewusst ist. Die Verwendung von Passwörtern für alle Benutzer – und insbesondere natürlich für `root` – ist eine absolute Mindestanforderung für jedes System, das auch nur ansatzweise sicher sein soll.

Während normale Benutzer nur Ihr eigenes Passwort ändern können, darf `root` auch die Passwörter fremder Anwender verändern:

```
root# passwd hofer
New password: ******
Re-enter new password: ******
Password changed.
```

Was tun, wenn Sie Ihr `root`-Passwort vergessen haben? In diesem Fall müssen Sie Ihren Rechner mit einer Installations- oder Rettungsdiskette booten. Legen Sie mit `mkdir` ein neues Verzeichnis (in der RAM-Disk des Installations- oder Rettungssystems) an, und binden Sie dort jene Partition ein, auf der sich Ihr Linux-System befindet:

```
mount -t ext2 /dev/xxx /verz
```

TIPP

Jetzt haben Sie Zugriff auf die Datei `/verz/etc/passwd` bzw. `/verz/etc/shadow` und können darin das `root`-Passwort löschen. Den dazu erforderlichen Editor müssen Sie mit der Pfadangabe `/verz/usr/bin` starten.

Wenn Sie andere Benutzer daran hindern möchten, auf die gerade beschriebene Weise das `root`-Passwort zu verändern, müssen Sie im BIOS Ihres Rechners die Bootreihenfolge auf `C:`, `A:` setzen (damit nicht von einer Diskette gebootet werden kann) und das BIOS durch ein Passwort absichern. Dieses Passwort sollten Sie dann aber wirklich nicht vergessen ...

Kommandos zur manuellen Benutzer- und Gruppenverwaltung

Prinzipiell können Sie als `root` die Benutzerverwaltung weitgehend manuell durchführen, indem Sie die in diesem Abschnitt beschriebenen Dateien direkt ändern bzw. die im Folgenden beschriebenen Kommandos ausführen. Komfortabler und weniger fehleranfällig ist es aber in der Regel, die von der jeweiligen Distribution mitgelieferten Konfigurationswerkzeuge einzusetzen.

passwd, gpasswd: Mit dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Kommando `passwd` können Sie Ihr eigenes Passwort und als `root` auch fremde Passwörter ändern. Mit `gpasswd` kann das Passwort einer Gruppe geändert werden.

chsh: Das Kommando ändert die Default-Shell für einen Benutzer. Wenn Sie lieber mit der `tcsh` arbeiten statt mit der `bash`, führen Sie folgendes Kommando aus:

```
kathrin$ chsh -s /bin/tcsh kathrin
Password: *****
```

groups: Das Kommando `groups` zeigt alle Gruppen an, denen der aktuelle oder ein explizit angegebener Benutzer angehört:

```
kathrin$ groups
users dialout dokuteam
```

newgrp: Das Kommando `newgrp` erzeugt keine neue Gruppe, sondern bestimmt die aktive Gruppe eines Benutzers, der mehreren Gruppen angehört. Nach dem Login gilt automatisch die primäre Gruppe als aktiv. Neu erzeugte Dateien gehören daher dieser Gruppe an. Mit `newgrp` kann eine andere Gruppe zur aktiven Gruppe gemacht werden.

useradd, **usermod** und **userdel**: Mit diesen textorientierten Kommandos kann ein neuer Benutzer-Account erzeugt, verändert und wieder gelöscht werden. Der Einsatz dieser Kommandos bietet sich dann an, wenn die im nächsten Abschnitt beschriebenen Konfigurationshilfen nicht zur Verfügung stehen (etwa in einer Textkonsole). Im Anschluss an **useradd** muss mit **passwd** noch ein Start-Passwort definiert werden, sonst kann der neue Login nicht verwendet werden.

```
root# useradd -m testuser
root# passwd testuser
New passwd: xxx
Re-enter new passwd: xxx
```

usermod kann beispielsweise dazu verwendet werden, um die Gruppenzugehörigkeit zu verändern. Mit der Option **-G** müssen alle Zusatzgruppen angegeben werden. (Die primäre Gruppenzugehörigkeit wird mit **-g** verändert.) Das folgende Kommando fügt Kathrin zur **develop**-Gruppe hinzu. (Die **dokuteam**-Gruppe und alle anderen Zusatzgruppen, zu denen **kathrin** bisher gehörte, müssen bei dem Kommando abermals angegeben werden – sonst entfernt **usermod** diese Gruppenzugehörigkeiten.)

```
root# usermod -G dokuteam,develop kathrin
```

groupadd, **groupmod** und **groupdel**: Mit den drei Kommandos erzeugen Sie eine neue Gruppe, ändern deren Eigenschaften und löschen die Gruppe wieder.

chown, **chgrp**, **chmod**: Die drei Kommandos ändern den Besitzer, die Gruppenzugehörigkeit und die Zugriffsbits einer Datei. Details finden Sie im nächsten Kapitel bzw. in der Kommandoreferenz (siehe Kapitel 22).

Hintergrundinformationen

Die Benutzerverwaltung wird in erster Linie durch die zwei Dateien **/etc/passwd** und **/etc/group** gesteuert. Für jeden Anwender enthält **passwd** eine Zeile nach folgendem Muster:

```
# eine Zeile in /etc/passwd
kofler:x:501:100:Michael Kofler:/home/kofler:/bin/bash
```

Dabei ist **kofler** der Loginname. **501** ist die UID (Identifikationsnummer des Benutzers), **100** die GID (Identifikationsnummer der primären Gruppe), **Michael Kofler** der vollständige Name (für E-Mail, News etc.), **/home/kofler** das Verzeichnis des Benutzers und **/bin/bash** seine Shell. Die UID muss eine eindeutige Nummer sein, die für die Verwaltung der Zugriffsrechte von Dateien wichtig ist.

Die dazugehörige Zeile in **/etc/passwd** mit den Passwortinformationen sieht so aus:

```
# eine Zeile in /etc/shadow
kofler:En7VMkIfzu6Kc:11050:0:99999:7:0::
```

Die Zeichenkette `En7VMkIfzu6Kc` ist das verschlüsselte Passwort. Wenn auf die Zeichenkette verzichtet wird, kann der Login ohne Passwort verwendet werden. Wenn statt der Zeichenkette ein `*` eingetragen ist, ist der Login gesperrt. (Das ist bei vielen administrativen Accounts der Fall, die nicht von realen Personen, sondern lediglich von Systemprozessen und -dämonen genutzt werden.) Die Zahlen in `/etc/shadow` geben an, wann das Passwort zum letzten Mal geändert wurde, wie lange es noch gültig ist etc.

Die GID muss mit einer Gruppe aus `/etc/group` übereinstimmen. Im Regelfall wird die GID der `users`-Gruppe verwendet. Es ist aber auch möglich, eine neue Gruppe in `/etc/group` anzulegen. Wenn der neue Nutzer auch anderen Gruppen angehören soll, muss seine UID in `/etc/group` zu den entsprechenden Gruppen hinzugefügt werden.

```
# eine Zeile aus /etc/group
users::100:kofler
```

Statt der `bash` können Sie auch eine andere Shell angeben (etwa `tcsh` für C-Shell-Anhänger). Der neue Nutzer kann die Shell später ohnedies problemlos mit `chsh` wechseln.

Viele Linux-Distributionen verwenden die PAM-Tools zur Authentifizierung von Anwendern (Pluggable Authentication Modules). Vereinfacht ausgedrückt geht es bei PAM um Mechanismen, wie ein Programm erfährt, ob ein Anwender tatsächlich derjenige ist, der er vorgibt zu sein. Der Vorteil von PAM besteht darin, dass nicht jedes sicherheitskritische Kommando (etwa `login`, `passwd`, `xm`, `xlock`) Code zur Passwortüberprüfung benötigt. Stattdessen können derartige Kommandos auf PAM zurückgreifen (das seinerseits `/etc/shadow` auswertet). Die Konfiguration von PAM erfolgt durch die Dateien in `/etc/pam.d`. Eine umfassende Dokumentation finden Sie in `/usr/doc/pam` bzw. `/usr/doc/packages/pam`.

Zugriffsrechte

Als `root` haben Sie automatisch Zugriff auf alle Dateien und Devices des Systems. (Devices sehen wie Dateien aus und ermöglichen den Zugriff auf die Hardware – beispielsweise `/dev/ttyS1` für die zweite serielle Schnittstelle, an der oft ein Modem hängt.) Wenn Sie sich dagegen als normaler Benutzer ohne `root`-Privilegien einloggen, werden Sie feststellen, dass Ihnen eine Menge Dinge nicht mehr erlaubt sind: Sie können nicht mehr auf die Diskettenlaufwerke zugreifen, dürfen das Modem nicht mehr verwenden etc.

Auf Single-User-Systemen ist eine Abhilfe ganz einfach dadurch möglich, dass Sie die Zugriffsrechte der Devices liberaler einstellen. Dazu loggen Sie sich als `root` ein, wechseln in das Verzeichnis `/dev` und führen für die betroffenen Devices das folgende `chmod`-Kommando aus:

```
root# cd /dev
root# chmod a+rw fd*
```


Statt `/dev/fd*` (für alle Devices, die auf Diskettenlaufwerke verweisen) müssen Sie den jeweiligen Device-Namen einsetzen, etwa `ttyS*` für serielle Schnittstellen, `lp*` für die parallelen Schnittstellen (Drucker) etc.

VORSICHT

Wenn Sie nicht allein auf Ihrem Rechner arbeiten, stellt `chmod a+rw` ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar! Gezielter können Sie Zugriffsrechte verteilen, wenn Sie in der Datei `/etc/group` bei bestimmten Gruppen (etwa bei `uucp`) jene Benutzer aufzählen, die auf Dateien oder Devices dieser Gruppe (etwa auf die serielle Schnittstelle für die Modembenutzung) zugreifen dürfen. Dafür können Sie die Zugriffsbits der Device-Dateien unverändert lassen. Weitere Informationen zum Thema Zugriffsrechte finden Sie ab Seite 215.

5.7 Software-Installation (RPM)

Unter Windows ist es üblich, dass mit jedem Programm ein eigenes Installationsprogramm `setup.exe` mitgeliefert wird. Unter Linux sieht die Vorgehensweise ganz anders aus: Software steht auf den Distributions-CDs oder im Internet in Form so genannter Pakete zur Verfügung.

Zur Zeit gibt es drei gängige Paketformate: Am populärsten ist das von Red Hat entwickelte RPM-Format; es wird mittlerweile von den meisten Distributionen unterstützt (z. B. von Caldera, Red Hat, Mandrake, SuSE). Debian und einige davon abgeleitete Distributionen verwenden das DEB-Format. Slackware und einige weitere Distributionen verwenden das TGZ-Format, wobei es sich hierbei eigentlich nicht um richtige Software-Pakete, sondern nur um komprimierte Dateiarhive handelt.

Dieser Abschnitt beschäftigt sich in erster Linie mit dem RPM-Format und beschreibt das Kommando `rpm`. Dieses Kommando hilft bei der Installation und Verwaltung von RPM-Paketen.

Statt `rpm` können Sie zur (De-)Installation von Paketen auch den Paketmanager Ihrer Distribution einsetzen (Red Hat: `gnorpm`, Mandrake: `rpmrake`, SuSE: `yast2`). Diese Paket-Manager sind im Vergleich zu `rpm` viel komfortabler zu bedienen. Intern greifen aber auch diese Programme auf `rpm` zurück. Wenn Sie also verstehen möchten, wie Software auf Ihrem Rechner verwaltet wird, sollten Sie sich mit `rpm` anfreunden. Außerdem bietet das Kommando `rpm` einige zusätzliche Funktionen, die in den Paketmanagern üblicherweise fehlen.

Wozu Pakete?

Ein Linux-Programm besteht ganz einfach aus einer Reihe von Dateien, die an den richtigen Ort kopiert werden müssen. Um das zu bewerkstelligen, bräuchte es weder Pakete noch Paket-Manager. Pakete helfen aber,

- um im Rahmen einer Installation automatisch Änderungen in schon vorhandenen Dateien durchzuführen (etwa in Script-Dateien),
- um ein Programm durch eine aktuellere Version zu ersetzen (wobei von geänderten Dateien automatisch Updates erstellt werden),
- um alle Dateien eines Programms wieder zu entfernen,
- um sicherzustellen, dass vor der Installation eines Programms auch alle Voraussetzungen erfüllt sind (dass also alle erforderlichen Bibliotheken in der richtigen Versionsnummer zur Verfügung stehen),
- um zu überprüfen, ob eine Datei seit der Installation des Pakets verändert wurde,
- um festzustellen, zu welchem Paket eine bestimmte Datei gehört.

Die erforderlichen Verwaltungsinformationen befinden sich in jedem RPM-Paket. Bei der Installation werden diese Informationen in eine Datenbank eingetragen (Dateien im Verzeichnis `/var/lib/rpm`).

VERWEIS

Allgemeine Informationen zur Durchführung von Software-Updates finden Sie auf Seite 108. Informationen zum Umgang mit TGZ-Paketen finden Sie am Ende dieses Abschnitts (siehe Seite 189) sowie bei der Beschreibung des `tar`-Kommandos (Seite 969). Falls Sie mit Slackware arbeiten, sollten Sie außerdem die Online-Dokumentation zu `setup` und `pkgtool` lesen.

TIPP

Wenn Sie ein bestimmtes RPM-Paket suchen, bietet sich dazu die folgende Suchmaschine an:

<http://rpmfind.net/>

TIPP

Zur Umwandlung von Paketen zwischen den verschiedenen Formaten existiert das Perl-Script `alien`, das von manchen Distributionen mitgeliefert wird.

RPM-Grundlagen

Die meisten RPM-Pakete bestehen aus zwei Dateien: Die eine Datei befindet sich üblicherweise im Verzeichnis `RPMS` und enthält die für die Installation des Pakets erforderlichen Binärdateien (daher Binärpaket). Die zweite Datei ist im Verzeichnis `SRPMS` untergebracht und enthält den Quellcode, der erforderlich war, um das Binärpaket zusammenzustellen (Quellpaket).

Der Paketname enthält ziemlich viele Informationen: `abc-2.0.7-1.i386.rpm` bezeichnet beispielsweise das Paket `abc` mit der Versionsnummer 2.0.7, `rpm`-Release 1. (Falls bei der Zusammenstellung eines Pakets ein Fehler passiert ist, zusätzliche Online-Dokumentation beigelegt oder andere Änderungen durchgeführt werden, entstehen Release-Ziffern größer als 1 für eine bestimmte Versionsnummer. Die Versionsnummer bezieht sich also auf das eigentliche Programm, die Release-Nummer auf die `rpm`-Zusammenstellung.)

Die Kennung `i386` weist darauf hin, dass das Paket Binärdateien für die Intel-Version von Linux enthält. (Es gibt ja auch Linux-Versionen für andere Prozessoren.) Die Datei mit dem Quellcode zum `abc`-Paket hat den Dateinamen `abc-2.0.7-1.src.rpm`.

Die Paketdatei enthält neben den zu installierenden Dateien zahlreiche Verwaltungsinformationen: eine kurze Paketbeschreibung, abermals Informationen über Versionsnummern, die Einordnung in die Gruppenhierarchie (wird beispielsweise von den Programmen `kpackage` und `gnorpm` ausgewertet), Abhängigkeiten von anderen Paketen etc. Abhängigkeiten bestehen dann, wenn ein Paket eine bestimmte Programmiersprache wie Perl oder eine bestimmte Library voraussetzt. In diesem Fall müssen zuerst diese Pakete installiert werden.

`rpm` verwaltet eine Datenbank mit Informationen über alle installierten Binärpakete. Diese Datenbank wird in sieben `*.rpm`-Dateien im Verzeichnis `/var/lib/rpm` gespeichert.

Die Dateien der `rpm`-Datenbank dürfen auf keinen Fall verändert werden! Damit die Dateien aktuell sind, dürfen Pakete nicht einfach durch Löschen der Dateien, sondern müssen durch ein Deinstallieren (`rpm -e`) entfernt werden.

HINWEIS

Trotz der Kennung `*.rpm` handelt es sich bei den vier Datenbankdateien nicht um `rpm`-Pakete, sondern um Dateien in einem `rpm`-spezifischen binären Format. Die Datenbank enthält nur Informationen zu Binärpaketen; eventuell auch installierte Pakete mit Quellcode werden nicht in die Datenbank aufgenommen.

RPM-Probleme

Grundsätzlich ist das RPM-System eine tolle Sache – aber ganz ohne Nachteile geht es leider nicht. Die folgende Liste nennt die häufigsten Probleme:

- In RPM-Paketen werden zwar Paketabhängigkeiten gespeichert, das Kommando `rpm` kann diese aber nicht automatisch auflösen. Im nächsten Abschnitt wird dieses Problem ausführlich behandelt.
- Die Verwaltung von Paketabhängigkeiten kommt vollends durcheinander, wenn Sie Pakete unterschiedlicher Distributionen mischen, wenn Sie einzelne Programme nicht mit dem Kommando `rpm` installieren (sondern beispielsweise mit `tar`) bzw. wenn Sie Programme selbst kompilieren. Der Grund ist immer derselbe: Die Informationen darüber, welche Software auf dem Rechner installiert ist, fehlt entweder ganz, oder die Angaben passen nicht zusammen (weil leider jede Distribution ihr eigenes Verfahren hat, um Paketabhängigkeiten zu formulieren).
- Red Hat veröffentlicht immer wieder neue RPM-Versionen. Diese sind zwar abwärtskompatibel, aber nicht aufwärtskompatibel. Das bedeutet, dass beispielsweise das `rpm`-Kommando von Version 2.5 nicht mit RPM-Dateien umgehen kann, die mit `rpm` Version 3 erstellt wurden. (Abhilfe: Installieren Sie zuerst eine aktuelle `rpm`-Version.)
- Der Platzbedarf für die RPM-Datenbank (also für die Dateien in `/var/lib/rpm`) ist sehr hoch. Bei einem Installationsumfang von 1,5 GByte füllen die RPM-Datenbank-

dateien immerhin rund 20 MByte. Das eigentliche Problem ist weniger der Platzbedarf auf der Festplatte, sondern die Geschwindigkeit bei RPM-Operationen: Aus diesem Grund dauert ein Update einer umfangreichen Distribution relativ lange (und beinahe endlos, wenn wenig RAM zur Verfügung steht).

- In sehr seltenen Fällen passiert es, dass die RPM-Datenbank inkonsistente Daten enthält. Das äußert sich darin, dass das `rpm`-Kommando nicht mehr verwendet werden kann bzw. Fehlermeldungen wie *cannot open Packages database* liefert. Abhilfe schafft meistens das Kommando `rpm --rebuilddb`.

RPM-Kommando

Für die meisten Anwender erfüllt `rpm` nur Administrationsaufgaben. Fortgeschrittene Anwender können mit `rpm` aber auch eigene Pakete zusammenstellen – auf diesen Aspekt der `rpm`-Anwendung wird hier allerdings nicht eingegangen.

TIPP

Je nach Distribution stehen als Alternative zu `rpm` auch Programme mit mehr Komfort zur Verfügung: `gnorpm`, `kpackage`, `YaST` etc. Einen Überblick gibt ein eigener Abschnitt ab Seite 1214.

Der Vorteil des direkten Einsatzes von `rpm` besteht darin, dass zum einen der Overhead anderer Programme gespart wird (Verwendung ohne X); zum anderen bietet `rpm` erheblich mehr Möglichkeiten, um Informationen über Pakete und deren Dateien zu ermitteln.

```
rpm --install [optionen] dateiname
rpm --install [optionen] ftp://ftpserver/dateiname
```

`-i` oder `--install` installiert das angegebene Paket. Wenn es sich um ein Binärpaket handelt, wird es automatisch am vorgegebenen Ort im `root`-Verzeichnis installiert. Bei der zweiten Variante wird automatisch eine `ftp`-Verbindung hergestellt.

Wenn zusätzlich die Option `--test` verwendet wird, führt `rpm` keine Veränderungen durch, sondern gibt nur aus, was bei einer tatsächlichen Installation passieren würde.

Der Installationsort kann durch die zusätzliche Option `--root` `verzeichnis` verändert werden.

Mit der Option `--nodeps` können Sie ein Paket selbst dann installieren, wenn `rpm` glaubt, dass diverse Abhängigkeiten nicht erfüllt sind. Die Option `--force` erzwingt eine Installation in jedem Fall (selbst dann, wenn `rpm` glaubt, dass das Paket bereits installiert ist).

Mit der Option `--noscripts` erreichen Sie, dass auf die automatische Ausführung von Installationsprogrammen verzichtet wird. (Unter Umständen funktioniert das gerade installierte Programm dann aber nicht ordnungsgemäß.)

TIPP

In der aktuellen Version ist es leider nicht möglich, nur eine einzelne Datei oder ausgewählte Dateien zu installieren. Sie können nur das gesamte Paket (oder gar nichts) installieren. Aus dieser Verlegenheit hilft unter anderem der Dateimanager `mc`, der den Inhalt von `*.rpm`-Dateien als virtuelles Verzeichnis anzeigt und einzelne Dateien extrahieren kann.

Wenn es sich beim angegebenen Paket um ein Quellpaket handelt, werden der Programmcode und die Konfigurationsdateien in `/usr/src` installiert. Der Installationsort kann in diesem Fall durch eine Veränderung von `/etc/rpmrc` eingestellt werden.

```
rpm --upgrade [optionen] dateiname  
rpm --upgrade [optionen] ftp://ftpserver/dateiname
```

Mit `-U` oder `--upgrade` können Sie ein bereits vorhandenes Binärpaket aktualisieren. Von den veränderten Konfigurationsdateien des bisherigen Pakets werden automatisch Backup-Dateien erzeugt, alle anderen Dateien des bisherigen Pakets werden gelöscht. Mit der zusätzlichen Option `--oldpackage` können Sie ein neueres Paket durch ein älteres ersetzen. Auch beim Upgrade kann durch `--nodeps` erreicht werden, dass Paketabhängigkeiten ignoriert werden.

```
rpm --verify [optionen] packagename
```

Mit `-V` bzw. `--verify` können Sie überprüfen, ob sich irgendwelche Dateien eines Pakets gegenüber der Originalinstallation verändert haben. (Wenn sich keine Datei geändert hat, gibt `rpm` nichts aus. Dokumentationsdateien werden nicht überprüft.) Als Parameter wird nicht wie bei der Installation der gesamte Dateiname, sondern nur der Paketname angegeben (also etwa `abc` für die Paketdatei `abc-2.0.7-1.i386.rpm`).

```
rpm --erase [optionen] packagename
```

Die Option `-e` bzw. `--erase` entfernt ein vorhandenes Paket. Wenn Sie zusätzlich die Option `--nodeps` verwenden, wird das Paket selbst dann entfernt, wenn andere Pakete davon abhängig sind.

```
rpm --query -a  
rpm --query [optionen] packagename  
rpm --query -f [optionen] datei  
rpm --query -p [optionen] packagedatei
```

Die Option `-q` bzw. `--query` bietet sehr viele unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten, die die Syntax etwas unübersichtlich machen. Die drei ersten Syntaxvarianten beziehen sich auf bereits installierte Pakete, mit der vierten Variante können Informationen zu einer noch nicht installierten `*.rpm`-Datei ermittelt werden.

In der einfachsten Form mit der zusätzlichen Option `-a` liefert `rpm` eine unsortierte Liste aller Pakete.

Wenn Sie als Parameter einen Paketnamen angeben (etwa `abc`), testet `rpm`, ob das Paket installiert ist. Wenn das der Fall ist, liefert `rpm` den vollständigen Namen mit Versions- und Release-Nummer (`abc-2.0.7-1`).

Mit der zusätzlichen Option `-f` können Sie feststellen, zu welchem Paket eine bestimmte Datei Ihres Systems gehört. Das ist besonders bei Konfigurationsdateien sehr nützlich. Beispielsweise liefert `rpm -qf /etc/fdprm` den Paketnamen `util-linux-2.5-7`.

Die Zusatzoption `-p` ermöglicht es, Informationen über ein noch nicht installiertes Paket zu ermitteln. Als Parameter muss in diesem Fall der Dateiname einer `*.rpm`-Datei verwendet werden. Diese Option kann auch auf Pakete mit Quellcode angewandt werden.

Die drei letzten Syntaxvarianten können mit einigen weiteren Optionen verbunden werden. `rpm` liefert dann nicht nur den Paketnamen mit Versions- und Release-Nummer, sondern auch weitere Informationen:

```
-i      : Kurzbeschreibung des Pakets, komprimierte Größe
-l      : Liste aller Dateien des Pakets
-lv     : wie oben, aber mit Dateigröße, Zugriffsrechten etc.
-c      : Liste aller Konfigurationsdateien des Pakets
-d      : Liste aller Dateien mit Online-Dokumentation zum Paket
--scripts: Liste aller Installationsprogramme
```

```
rpm --query [optionen] --whatprovides name
rpm --query [optionen] --whatrequires name
rpm --query [optionen] --provides [-p] paketdatei
rpm --query [optionen] --requires [-p] paketdatei
```

Die obigen Query-Optionen dienen zur Feststellung von Paketabhängigkeiten. Mit den Optionen `whatprovides` und `whatrequires` können alle bereits installierten Pakete gesucht werden, die das Paket oder die Library name zur Verfügung stellen bzw. erfordern. Dabei ist auf die exakte Schreibweise zu achten. Diese zwei Optionen sind nicht geeignet, um noch nicht installierte Pakete zu durchsuchen!

Mit den Optionen `provides` und `requires` kann eine Liste aller Pakete und Libraries erstellt werden, die ein bestimmtes Paket zur Verfügung stellt bzw. benötigt. Die Optionen können auch für noch nicht installierte Paketdateien (Option `-p`) eingesetzt werden. `provides` und `requires` stellen gewissermaßen die Umkehrung zu `whatprovides` und `whatrequires` dar. Im einen Fall wird nach Abhängigkeiten gesucht, die sich aus einem Paket ergeben, im anderen Fall wird nach Paketnamen gesucht, die diese Abhängigkeiten erfüllen.

Alle vier Optionen können mit `-i`, `-l`, `-lv`, `-c` und `-d` kombiniert werden (siehe oben).

Beispiele

```
root# rpm -i /cdrom/RedHat/RPMS/xv-3.10a-5.i386.rpm
installiert das Grafikprogramm xv.
```

```
root# rpm -qa
```

liefert eine Liste aller installierten Pakete.

```
root# rpm -qa | grep -i mysql
```

liefert eine Liste aller installierten Pakete, deren Namen die Zeichenkette `mysql` (in beliebiger Groß- und Kleinschreibung) enthält.

```
root# rpm -qi perl
```

liefert Informationen zum Perl-Paket (falls dieses installiert ist).

```
root# rpm -ql perl
```

listet alle Dateien des Perl-Pakets auf.

```
root# rpm -qd perl
```

listet alle Dokumentationsdateien des Perl-Pakets auf.

```
root# rpm -qc cups
```

listet alle Konfigurationsdateien des CUPS-Pakets auf.

```
root# rpm -qip /cdrom/RedHat/RPMS/perl-5.003-4.i386.rpm
```

liefert Informationen zum Perl-Paket auf der CD-ROM.

```
root# rpm -qf /usr/lib/libz.so
```

gibt an, aus welchem Paket die Datei `/usr/lib/libz.so` stammt.

```
root# rpm -qp --provides xpm-3.4h-3.i386.rpm
```

gibt an, welche Pakete bzw. Libraries das `xpm`-Paket zur Verfügung stellt.

```
root# rpm -qp --requires pine-3.95-2.i386.rpm
```

gibt an, welche Pakete bzw. Libraries zum Betrieb von `pine` erforderlich sind.

```
root# rpm -q --whatprovides libc.so.5
```

gibt an, welches (bereits installierte) Paket die `libc`-Library zur Verfügung stellt.

```
root# rpm -q --whatrequires libc.so.5
```

liefert eine fast endlose Liste aller installierten Pakete, die auf die `libc`-Library angewiesen sind.

TIPP

Datei suchen: Trotz aller unbestrittenen Vorteile von `rpm` ergibt sich oft ein Problem: In welchem (noch nicht installierten) Paket befindet sich eine bestimmte Datei? Die Antwort auf beide Fragen gibt das folgende Kommando. Es gibt sämtliche verfügbaren Informationen zu allen Paketen eines Verzeichnisses via `less` am Bildschirm aus. In `less` können Sie mit `/` einen Suchtext eingeben und so nach Dateinamen suchen.

```
root# rpm -qpli /cdrom/RedHat/RPMS/* | less
```


Paketabhängigkeiten

Das erste Mal werden Sie wahrscheinlich mit Abhängigkeiten konfrontiert, wenn Sie bei einem Installationsversuch die folgende Fehlermeldung erhalten:

```
root# cd /cdrom/RedHat/RPMS
root# rpm -i vga_tetris-0.4-3.i386.rpm
failed dependencies:
    libvga.so.1 is needed by vga_tetris-0.4-3
    libvgagl.so.1 is needed by vga_tetris-0.4-3
```

`vga_tetris` kann also erst installiert werden, wenn `libvga` und `libvgagl` zur Verfügung stehen. Wenn Sie nun aber nach dem `libvga`-Paket auf der CD-ROM suchen, werden Sie erstaunt feststellen, dass es dieses Paket gar nicht gibt. In der Abhängigkeitsliste können Library-Namen, Paketnamen und so genannte virtuelle Paketnamen auftreten. Die Suche nach dem erforderlichen Paket sieht so aus:

```
root# rpm -qpi --provides *.rpm | less
```

In `less` verwenden Sie , um nach dem Text `libvga` zu suchen. Auf diese Weise stellen Sie fest, dass sich sowohl `libvga` als auch `libvgagl` im Paket `aout-libs` befinden. (Dieses Paket enthält Libraries im alten `a.out`-Format, die nur aus Kompatibilitätsgründen zu alten Linux-Programmen erforderlich sind.) Nachdem Sie das `aout-libs`-Paket installiert haben, funktioniert auch die Installation von `vga_tetris`. (Wenn Sie Pech haben, ist `aout-libs` aber wiederum von anderen Paketen abhängig, die Sie vorher installieren müssen.)

TIPP

Eine andere Methode, um den Namen der fehlenden RPM-Datei zu ermitteln, bietet <http://rpmfind.net>. Dort können Sie komfortabel nach Dateien suchen, die in einer RPM-Datei enthalten sind.

Paketabhängigkeiten gelten auch für die Deinstallation. Sie können beispielsweise kein Paket entfernen, von dem andere Programme noch abhängig sind. Wenn Sie also sowohl `svglib` als auch `vgq_tetris` installiert haben und nun `svglib` wieder zu entfernen versuchen, erhalten Sie folgende Fehlermeldung:

```
root# rpm -e aout-libs
removing these packages would break dependencies:
    libvgagl.so.1 is needed by vga_tetris-0.4-3
    libvga.so.1 is needed by vga_tetris-0.4-3
```

In manchen Fällen – etwa dann, wenn Sie einzelne Pakete nicht mit `rpm`, sondern mit `tar` installiert haben – beschwert sich `rpm` über nicht erfüllte Abhängigkeiten, obwohl die fehlenden Dateien vorhanden sind. (Sie fehlen lediglich in der `rpm`-Datenbank.) In solchen Fällen können Sie eine Installation oder Deinstallation mit `--nodeps` erzwingen. Verwenden Sie diese Option aber wirklich nur dann, wenn Sie wissen, was Sie tun!

TIP

Eine ausführliche Online-Dokumentation zu `rpm` erhalten Sie mit `man rpm`, im RPM-HOWTO sowie in den README-Dateien in `/usr/doc/rpm` bzw. `/usr/doc/packages/rpm`.

RPM-Benutzeroberflächen

Zwar verwenden mittlerweile die meisten Distributionen dasselbe Paketformat, der Austausch von Paketen zwischen unterschiedlichen Distributionen ist aber nach wie vor schwierig. Gründe dafür sind nicht nur eine unterschiedliche Vorkonfiguration und voneinander abweichende Installationspfade, sondern auch die Verwaltung der Abhängigkeitsinformationen, für die es keinen Standard gibt.

Aus diesem Grund wird mit beinahe jeder Distribution ein eigenes Programm mitgeliefert, das zwar auf `rpm` aufbaut, aber Zusatzfunktionen bietet. Einige Programme werden im Anhang beschrieben:

`rpmdrake` (Mandrake): siehe Seite 1194

`gnorpm` (Red Hat): siehe Seite 1214

`YaST` (SuSE): siehe Seite 1236

Daneben gibt es aber auch eine Reihe distributionsunabhängiger Tools, die den Umgang mit RPM-Archiven erleichtern – beispielsweise `kpackage` (KDE). Zu den größten Vorzügen dieses Programms zählt die Tatsache, dass es nicht nur mit RPM-Paketen zu-rechtkommt, sondern auch mit DEB-, TGZ- und BSD-Paketen. (Bei letzteren handelt es sich um Pakete von BSD-Unix. Unter Linux ist es normalerweise nicht sinnvoll, derartige Pakete zu installieren.)

Installation von TGZ-Paketen mit `tar`

Vor allem bei erfahrenen Linux-Anwendern kommt es häufig vor, dass Linux-Software installiert werden soll, die nicht in Form eines Pakets einer bestimmten Distribution organisiert ist. Ganze GBytes von Linux-Software im `tar`-Format finden Sie auf den diversen Linux-Internet-Servern oder auf CDs mit Kopien dieser Dateien (so genannten Server-Spiegelungen).

Die komprimierten Archive weisen üblicherweise die Dateikennungen `*.tgz` oder `*.tar.gz` auf. Die Archive müssen mit dem Programm `tar` auf Ihrem Rechner installiert werden. (Details zum Umgang mit `tar` finden Sie auf Seite 969.)

```
root# tar -tzf archiv.tar.gz          # Inhalt des Archivs anzeigen
root# tar -xzf archiv.tar.gz          # alle Dateien relativ zum aktuellen
                                     # Verzeichnis installieren
root# tar -xzf archiv.tar.gz "*.tex" # nur *.tex-Dateien installieren
root# tar -xzf archiv.tar.gz -C verz  # in ein Verzeichnis installieren
```

In vielen Fällen liegt die Software nur im Quellcode vor und muss vor ihrer Verwendung noch kompiliert werden. Dazu wird vorausgesetzt, dass Sie den GNU C-Compiler mit

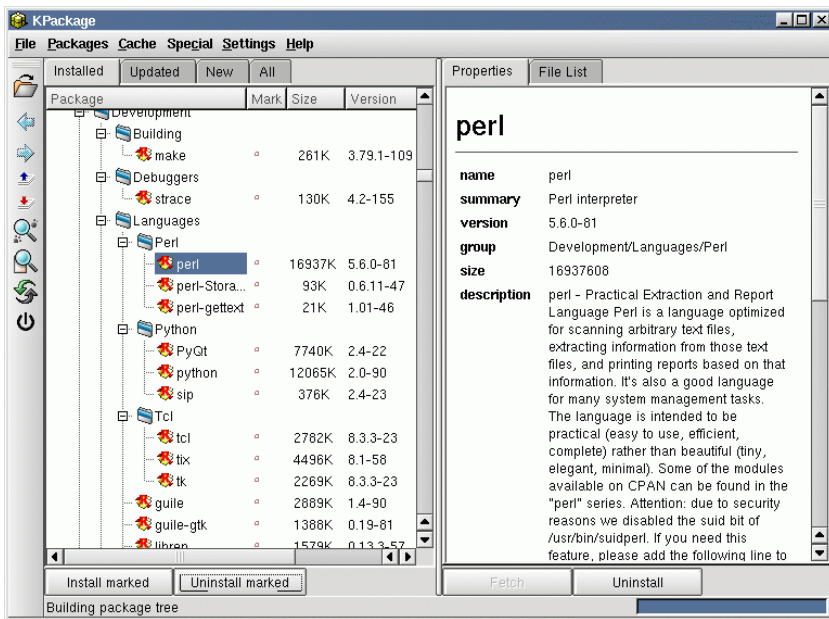


Abbildung 5.3: Paketverwaltung mit kpackage

seinen diversen Tools (manchmal auch groff, texinfo, awk, Tcl/Tk, Perl) bereits installiert haben.

VORSICHT

Die Installation von Software-Paketen durch `tar` umgeht die Paketverwaltung des jeweiligen Systems. Die RPM-Datenbanken wissen daher nichts von den Programmen, die Sie installiert haben. Aus diesem und anderen Gründen ist es immer vorzuziehen, Pakete zu installieren, die speziell für die jeweilige Distribution vorbereitet wurden.

5.8 Spracheinstellung, Internationalisierung, Unicode

Unix (zu dem Linux ja weitgehend kompatibel ist) wurde ursprünglich für amerikanische Verhältnisse entwickelt, also für die US-Tastatur und einen 7-Bit-ASCII-Zeichensatz. Natürlich ergab sich schon rasch die Notwendigkeit, zusätzliche Zeichen in eigenen Tastaturlisten, Zeichensätzen etc. zu berücksichtigen.

Leider gibt es keine zentrale Datei, in der Sie dem System mitteilen, dass Sie beispielsweise den Latin-1-Zeichensatz verwenden möchten. Das eine Programm benötigt eine bestimmte Option, für das nächste muss eine Systemvariable gesetzt werden, das dritte Programm wird über eine Konfigurationsdatei zur Zusammenarbeit überredet etc.

Neben dem Kampf mit Schriftarten und Tastaturtabellen geht es hier aber auch um die so genannte Lokalisierung von Programmen: In welcher Sprache werden Menüs angezeigt? In welcher Sprache Hilfetexte? In welchem Format Datums- und Zeitangaben? Auch hierfür gibt es leider keinen einheitlichen Mechanismus.

Bei den marktüblichen Distributionen sind die erforderlichen Einstellungen natürlich bereits per Default durchgeführt – aber wenn es Probleme gibt, sollte dieser Abschnitt weiterhelfen. Beispielsweise kann es durchaus praktisch sein, wenn diverse Kommandos auch auf einem an sich deutschsprachigen Linux-System englische Fehlermeldungen liefern: Erstens ist die deutsche Übersetzung nicht immer verständlich, und zweitens werden Sie auch bei einer Suche im Internet nach der Fehlerursache wenig Glück haben, wenn Sie den deutschen Fehlertext als Suchbegriff verwenden.

HINWEIS

Im Zusammenhang mit der Lokalisierung von Programmen werden Sie immer wieder auf das merkwürdige Kürzel `i18n` stoßen: Dabei handelt es sich um die Kurzschreibweise für *internationalization* (*i* plus 18 Buchstaben plus *n*). Dieses Kürzel eignet sich auch gut als Suchbegriff, falls Sie im Internet nach weiteren Informationen suchen möchten.

VERWEIS

Das Tastaturlayout zählt nicht zu den hier beschriebenen Lokalisierungseinstellungen, sondern wird getrennt definiert. Die Konfiguration der Tastatur für die Textkonsole ist auf Seite 158 beschrieben. Tipps zur Zusammensetzung ausländischer Zeichen mit mehreren Tasten finden Sie auf Seite 160. Die Konfiguration der Tastatur unter X wird auf Seite 500 beschrieben.

Zeichensätze und Schriftarten (Fonts)

Immer wieder sorgen die beiden Begriffe Zeichensatz und Schriftart für Verwirrung. Leider habe auch ich selbst diese Begriffe in den ersten fünf Auflagen dieses Buchs falsch eingesetzt. Daher lohnt es sich, hier einige Hintergrundinformationen zusammenzufassen.

Zeichensatz (character set): Ein Zeichensatz beschreibt die Zuordnung zwischen Zahlen-codes und Buchstaben. Bekannte Zeichensätze sind ASCII (7 Bit), ISO-Latin-*n* (8 Bit) und Unicode (16 Bit).

Eine besondere Bedeutung haben die ISO-Latin-Zeichensätze: Sie entstanden aus dem Bemühen, mit 8-Bit-Zeichensätzen unterschiedliche Sprachen abzudecken. Die ersten 127 Zeichen entsprechen denen des ASCII-Zeichensatzes. Die anderen 128 Zeichen enthalten diverse Sonderzeichen der jeweiligen Sprache. Sehr weite Verbreitung hat ISO-8859-1 (Latin 1) gefunden, in dem die meisten westeuropäischen Sonderzeichen enthalten sind. (Übrigens hat auch der so genannte Windows-Zeichensatz, genau genommen Code Page 1252, große Ähnlichkeiten mit Latin-1. Allerdings gibt es einige Abweichungen.) ISO-8859-2 (Latin 2) enthält Sonderzeichen diverser zentral- und osteuropäischer Länder, ISO-8859-3 (Latin 3) enthält südeuropäische Sonderzeichen etc.

Mit zunehmenden ISO-8859-*n*-Ziffern gerät die Zurordnung zu Latin-*n* allerdings ein wenig außer Kontrolle. So hat ISO-8859-9 beispielsweise den Namen Latin 5! Dabei handelt es sich um einen Zeichensatz, der im Wesentlichen mit Latin 1 kompatibel ist. Allerdings enthält der Zeichensatz anstatt der eher selten benötigten isländischen Zeichen die türkischen Zeichen.

Von zunehmender Bedeutung in Europa ist schließlich ISO-8859-15 (Latin 9; bisweilen ist auch die Bezeichnung Latin 0 gebräuchlich, obwohl dieser Name eigentlich nur in einem Entwurfsdokument verwendet wurde und nicht offiziell ist). Dabei handelt es sich ebenfalls um eine Latin-1-Variante. Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass ISO-8859-15 Euro- und Cent-Zeichen enthält.

Das Durcheinander mit den verschiedenen ISO-Zeichensätzen ließe sich leicht lösen, wenn man einen Zeichensatz verwenden würde, in dem mehr als 256 Zeichen codiert werden können. Genau diese Aufgabe erfüllt Unicode alias ISO-10646. Damit können nicht nur alle europäischen Sonderzeichen codiert werden, sondern darüber hinaus noch die meisten asiatischen Zeichen. (Da für jedes Zeichen 16 Bit vorgesehen sind, bietet dieser Zeichensatz Platz für mehr als 65000 Zeichen.) Informationen zur Anwendung von Unicode unter Linux finden Sie ab Seite 197.

VERWEIS

Wenn Sie an mehr Hintergrundinformationen zu den verschiedensten Zeichensätzen interessiert sind, empfiehlt sich die Lektüre der hier angegebenen Webseiten von Jukka Korpela und von Roman Czyborra. Sie finden dort auch zahlreiche Links auf weiterführende Internet-Seiten.

<http://www.malibutelecom.fi/yucca/chars.html>

<http://czyborra.com/charsets/iso8859.html>

Schriftart (font): Eine Schriftart ist dafür zuständig, wie ein bestimmtes Zeichen am Bildschirm angezeigt wird. Dazu gibt es verschiedene Schriftarten (z. B. Courier, Helvetica, Palatino, um einige bekannte zu nennen).

Natürlich haben Schriftarten und Zeichensätze miteinander zu tun. Bevor ein Zeichen mit dem Code 234 am Bildschirm korrekt dargestellt werden kann, muss klar sein, welcher Zeichensatz für die Codierung verwendet wurde. (Erst der Zeichensatz beantwortet die Frage, welches Zeichen sich denn hinter dem Code 234 verbirgt.) Im X Window System ist es daher üblich, dass es dieselbe Schriftart für mehrere Zeichensätze gibt. Eine korrekte Darstellung aller Zeichen gelingt nur mit der richtigen Kombination aus Schriftart und Zeichensatz.

LANG/LC-Umgebungsvariablen für die Lokalisierung

Die von sehr vielen Programmen benutzte `glibc`-Bibliothek sieht zur Lokalisierung von Programmen eine ganze Reihe von Variablen vor. Damit lässt sich die Lokalisierung kategorieweise durchführen. Bei korrekter Konfiguration können Sie beispielsweise für Datums- und Zeitangaben das in Deutschland übliche Format verwenden, Fehlermel-

dungen aber dennoch in Englisch anzeigen. Die folgende Tabelle zählt die wichtigsten Variablen auf.

Wichtige Lokalisierungsvariablen

LC_CTYPE	bestimmt den Zeichensatz
LC_COLLATE	bestimmt die Sortierordnung
LC_MESSAGES	bestimmt die Darstellung von Nachrichten, Fehlermeldungen etc.
LC_NUMERIC	bestimmt die Darstellung von Zahlen
LC_TIME	bestimmt die Darstellung von Datum und Uhrzeit
LC_MONETARY	bestimmt die Darstellung von Geldbeträgen
LC_PAPER	bestimmt die Papiergröße

Natürlich berücksichtigt nicht jedes Programm alle Kategorien (und viele Programme ignorieren die LC_-Variablen vollständig). Wenn einzelne Kategorien nicht eingestellt sind, verwenden Programme als Defaultwert C bzw. POSIX. (Das bedeutet, dass Fehlermeldungen auf Englisch erscheinen, Daten und Zeiten im amerikanischen Format dargestellt werden etc.)

Anstatt alle hier aufgezählten Variablen einzeln einzustellen, können Sie einfach die Variable `LANG` einstellen. Damit wird für alle undefinierten Variablen der `LANG`-Defaultwert verwendet. (Einzig bei `LC_COLLATE` bleibt die Defaulteinstellung `POSIX`.) Bei den meisten Distributionen erfolgt die gesamte Spracheinstellung über die `LANG`-Variable.

Noch stärker als `LANG` wirkt `LC_ALL`. Wenn diese Variable gesetzt wird, gilt für alle Kategorien diese Einstellung (ganz egal, wie die anderen LC_-Variablen oder wie `LANG` eingestellt sind).

Lokalisierung testen: Den aktuellen Zustand der Lokalisierungseinstellung können Sie am einfachsten mit dem Kommando `locale` ermitteln. Dieses Kommando wertet auch `LANG` und `LC_ALL` aus und ermittelt daraus die resultierenden Einstellungen. Das folgende Beispiel zeigt die Einstellung auf meinem Rechner, wo nur die Variable `LANG` tatsächlich eingestellt ist.

```
user$ locale
LANG=de_DE
LC_CTYPE="de_DE"
LC_NUMERIC="de_DE"
LC_TIME="de_DE"
LC_COLLATE=POSIX
LC_MONETARY="de_DE"
LC_MESSAGES="de_DE"
LC_PAPER="de_DE"
...
LC_ALL=
```

Zum Testen der Lokalisierung können Sie auch ein beliebiges Kommando fehlerhaft ausführen. Die Fehlermeldung sollte in der eingestellten Sprache erscheinen (soweit die

Fehlertexte in dieser Sprache installiert sind, was nicht bei allen Distributionen automatisch der Fall ist). Wenn `LANG` auf `de_DE` eingestellt ist, sollte die Fehlermeldung des `mount`-Kommandos so aussehen:

```
user$ mount /xy
mount: /xy wurde in /etc/fstab oder /etc/mtab nicht gefunden.
```

Wenn Sie ein einzelnes Kommando mit einer anderen Spracheinstellung ausführen möchten, ohne gleich die gesamte Konfiguration zu ändern, verwenden Sie am besten das Kommando `env`. Dieses Kommando erwartet eine Reihe von Variablenzuweisungen und schließlich das eigentliche Kommando, das unter Berücksichtigung der eingestellten Variablen ausgeführt wird.

```
user$ env LANG=C mount /xy
mount: can't find /xy in /etc/fstab or /etc/mtab
```

Falls die Fehlermeldung trotz geänderter `LANG`-Einstellung noch immer in der jeweiligen Landessprache (statt in Englisch) erscheint, versuchen Sie, auch `LANGUAGE` zurückzusetzen:

```
user$ env LANG=C LANGUAGE=C mount /xy
mount: can't find /xy in /etc/fstab or /etc/mtab
```

Vielleicht fragen Sie sich jetzt noch, wo die Fehlermeldungen, Menüs etc. in der jeweiligen Sprache eigentlich herkommen: Die Texte sind für jede Sprache separat in Dateien im Verzeichnis `/usr/share/locale/sprache/LC_MESSAGES` gespeichert. KDE- und Gnome-Programme verwenden bisweilen eigene Verzeichnisse (z. B. `/opt/kde2/share/locale`). Bei einigen Distributionen gibt es eigene Pakete mit den Dateien zur Anpassung an verschiedene Sprachen (bei Mandrake z. B. `locales-de` für die deutschen Texte).

VERWEIS

Hintergrundinformationen zum Thema *Locales and Internationalization* finden Sie in der `man`-Seite zum Kommando `locale` und im `glibc`-Manual:

<http://www.gnu.org/manual/>

Zulässige LC/LANG-Einstellungen: Eine Liste aller möglichen Einstellungen für die Variablen können Sie mit `locale -a` ermitteln. Üblicherweise wird die Schreibweise `x_y` verwendet, wobei `x` durch zwei Buchstaben die Sprache und `y` durch zwei Buchstaben das Land bezeichnet. Im deutschen Sprachraum sollten Sie `de_DE` verwenden. Für die englische Defaulteinstellung ist die Kurzschreibweise `C` erlaubt.

Neuere `glibc`-Versionen verstehen Einstellungen wie `deutsch` oder `german`. Die Datei `/usr/share/locale/locale.alias` enthält eine Tabelle, die die zulässigen Kurzschreibweisen dem vollständigen Lokalisierungsnamen zuordnet.

Zulässig sind auch die Schreibweisen `de_DE.88591` oder `de_DE.ISO-8859-1`, wobei damit nicht nur die Sprache, sondern auch der gewünschte Zeichensatz angegeben wird. Wenn Sie mit Unicode arbeiten möchten, lautet die Syntax `de_DE.utf8`.

An die Lokalisierungsbezeichnung kann mit @ eine Option angefügt werden. Beispielsweise drückt `de_DE@euro` aus, dass die Euro-Variante der deutschen Lokalisierung verwendet werden soll. In diesem Fall wird als Währungszeichen der Euro verwendet (statt DM).

HINWEIS

Die Option `@euro` bewirkt, dass statt ISO-Latin-1 der Zeichensatz ISO-Latin-15 verwendet wird. Unter X (und insbesondere bei Gnome, das die Lokalisierungseinstellung auswertet) hat das zur Folge, dass nur solche Fonts verwendet werden, die in einer ISO-Latin-15-Codierung zur Verfügung stehen. Das sind aber meistens nicht viele. Das Resultat: Das Euro-Zeichen wird korrekt angezeigt, aber dafür stehen viele sonst nützliche Fonts nicht mehr zur Verfügung. Abhilfe: Entweder verzichten Sie auf das Euro-Symbol und entfernen `@euro` aus den Lokalisierungseinstellungen oder Sie installieren einige TrueType-Fonts. Details zur Font-Verwaltung unter X folgen ab Seite 509.

Distributionsspezifische Einstellung von LANG: Um die Defaulteinstellung zu ändern, reicht bei den meisten Distributionen die Veränderung der Variablen `LANG`. Diese Variable ist bei jeder Distribution woanders definiert. Bei allen Distributionen gilt: Die neue Einstellung wird erst nach einem neuerlichen Login gültig (d. h., wenn Sie unter X arbeiten, müssen Sie X verlassen und sich neu einloggen).

Mandrake/Red Hat: Die Einstellung erfolgt in der Datei `/etc/sysconfig/i18n` (Variable `LANG`).

TIPP

Bei Red Hat können Sie die Einstellung der Variablen `LANG` sehr komfortabel mit dem X-Programm `locale_config` einstellen.

SuSE: Die Einstellung erfolgt durch die Variable `RC_LANG` in der Datei `/etc/rc.config`. Ab SuSE 7.2 können Sie diese Variable auch in YaST2 einstellen (`SYSTEM|CHOOSE LANGUAGE`). Anschließend müssen Sie `/sbin/SuSEconfig` ausführen. Erst damit wird die Änderung in die Datei `/etc/SuSEconfig/profile` übertragen. (Diese Datei sollte nicht direkt verändert werden, weil sie durch YaST bzw. durch `/sbin/SuSEconfig` überschrieben wird!)

Wenn bei SuSE der Nutzer `root` trotz anders lautenden Einstellungen nur englische Fehlermeldungen zu sehen bekommt (das ist im Regelfall sinnvoll!), dann liegt das an der Einstellung der Variablen `ROOT_USES_LANG` in `/etc/rc.config`. Normalerweise enthält diese Variable `ctype`, weswegen für `root` unabhängig von allen anderen Benutzern die englische Defaultlokalisierung gilt.

Weitere Konfigurationsmöglichkeiten

Umgebungsvariable `LANGUAGE` für die Sprache: Es gibt einige Programme, die die Variable `LANGUAGE` auswerten – entweder in Ergänzung oder statt der oben beschriebenen `LC_`-Einstellungen. Diese Variable kann beispielsweise eine Zeichenkette in der

Form `en_US:en` oder `german` enthalten. (Die Datei `/usr/share/locale/locale.alias` enthält eine Liste der zulässigen Sprachbezeichnungen.)

`LANGUAGE` wird bei Mandrake und Red Hat in der Datei `/etc/sysconfig/i18n` voreingestellt. Bei SuSE ist keine direkte Definition der `LANGUAGE`-Variablen vorgesehen. Die Variable `DEFAULT_LANGUAGE` in der Datei `/etc/rc.config` steuert zwar die Sprache der YaST-Menüs, gilt aber nur als Defaulteinstellung für `LANG` (nicht für `LANGUAGE`). Wenn Sie `LANGUAGE` selbst einstellen möchten, können Sie dies beispielsweise in `/etc/profile.local` tun.

Umgebungsvariable `LC_TYPE` für den Zeichensatz: Weiters gibt es einige wenige (meist alte) Programme, die statt der `LC_CTYPE`-Einstellung die Variable `LC_TYPE` auswerten. Diese Variable muss den Namen des Zeichensatzes enthalten.

```
# Ergänzung in /etc/profile oder ~/.profile
# ISO-Latin-1 Zeichensatz verwenden
export LC_TYPE=ISO-8859-1
```

Darstellung von Sonderzeichen in `less`: Die Darstellung von Sonderzeichen mit `less` sollte eigentlich auf Anhieb klappen. Falls das nicht der Fall ist, muss die Variable `LESSCHARSET` eingestellt werden (siehe Seite 165).

Tastaturlayout und Schriftart in Textkonsolen: Die Einstellung des Tastaturlayouts und der Schriftart für Textkonsolen erfolgt nicht durch Umgebungsvariablen, sondern mit den Programmen `loadkeys` und `setfont` oder `consolechars` (siehe Seite 158 bzw. 162).

Tastaturlayout unter X: Das Tastaturlayout für das X Window System wird in `/etc/X11/XF86Config` eingestellt (siehe Seite 500). (Beachten Sie, dass KDE eigene Möglichkeiten zur Konfiguration der Tastatur vorsieht!)

Zeichensatz/Schriftart bei X-Programmen: Unter X werden der Zeichensatz und die Schriftart gemeinsam eingestellt. Beispielsweise bezeichnet der Name `-*-utopia-*-iso8859-2-` eine Schriftart der Familie Utopia in der ISO-Latin-2-Codierung. Die Einstellung der gewünschten Schriftart erfolgt entweder durch eine Startoption oder (üblicher) durch X-Ressourcendateien. Der Umgang mit derartigen Dateien wird auf Seite 523 beschrieben. (Beachten Sie, dass KDE- und Gnome-Programme keine Ressourcendateien auswerten!)

KDE-Spracheinstellung, -Tastaturlayout etc.: Bei KDE erfolgt die Spracheinstellung nicht über `LC`-Variablen, sondern über das KDE-Kontrollzentrum (siehe Seite 553). Weiters können mehrere Tastaturlayouts definiert werden, zwischen denen ein rascher Wechsel möglich ist (ideal zum Eingeben mehrsprachiger Texte).

Gnome-Spracheinstellung, -Tastaturlayout etc.: Gnome bzw. Gnome-Programme werten die `LC`-Einstellungen aus und übernehmen das Tastaturlayout von X. Gnome hält sich damit stärker als KDE an bereits existierende Standards. Deswegen fehlen im Gnome-Kontrollzentrum aber auch Einstellmöglichkeiten für die Lokalisierung. Weitere Details zur Konfiguration von Gnome finden Sie ab Seite 572.

Unicode

Wie auf Seite 192 bereits kurz beschrieben wurde, ist Unicode alias ISO-10646 ein 16-Bit-Zeichensatz, der die Zeichen sehr vieler Sprachen in sich vereint. Aber so schön Unicode in der Theorie klingt, so viele Probleme gibt es noch bei der praktischen Anwendung. Unter Linux gibt es nur wenige Programme bzw. Programmiersprachen, die Unicode-Texte korrekt verarbeiten können. Wenn überhaupt, sind die verfügbaren Lösungen noch unvollständig.

Unicode regelt, welcher Code welchem Zeichen zugeordnet ist, nicht aber, wie die Codes gespeichert werden. Die einfachste Lösung scheint auf ersten Blick darin zu bestehen, jedes Zeichen einfach durch 2 Byte (also 16 Bit) darzustellen. Diese Formatierung wird UTF-16 genannt (Unicode Transfer Format). Sie hat allerdings zwei Nachteile: Erstens verdoppelt sich der Speicherbedarf, und zwar auch in solchen Fällen, wo überwiegend europäische Zeichen oder gar nur US-ASCII-Zeichen gespeichert werden sollen. Zweitens tritt der Bytecode 0 an beliebigen Stellen in Unicode-Zeichenketten auf. Viele C-Programme, E-Mail-Server etc. setzen aber voraus, dass das Byte 0 das Ende einer Zeichenkette markiert.

Deswegen gibt es auch andere Möglichkeiten, Unicode-Texte zu repräsentieren. Die bei weitem populärste Alternative zu UTF-16 ist UTF-8. Dabei werden die US-ASCII-Zeichen (7 Bit) wie bisher durch ein Byte dargestellt, deren oberstes Bit 0 ist. Alle anderen Unicode-Zeichen werden durch zwei bis vier Byte lange Byte-Ketten dargestellt. Der offensichtliche Nachteil dieses Formats besteht darin, dass es keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Byteanzahl und der Anzahl der Zeichen eines Dokuments gibt. Wegen der größeren Kompatibilität zu existierenden Programmen und einer Reihe anderer Vorteile zeichnet sich aber ab, dass sich UTF-8 unter Unix/Linux als Standard etablieren wird (während moderne Microsoft-Windows-Betriebssysteme UTF-16 verwenden). Wenn im Zusammenhang mit Linux also von Unicode die Rede ist, ist in den meisten Fällen Unicode im UTF-8-Format gemeint.

Unicode in Linux-Konsolen: Eigentlich ist es unmöglich, Unicode-Dokumente ohne Einschränkungen in Textkonsolen darzustellen. Das liegt vor allem daran, dass im VGA-Textmodus nur 512 verschiedene Zeichen definiert werden können. Linux wäre aber nicht Linux, wenn nicht auch das Unmögliche versucht würde. So enthält der Zeichensatz `LatArCyrHeb-n.psfu.gz` alle Sonderzeichen der Zeichensätze ISO-8859-1, -2 bis -10 vereint. Das ist natürlich nicht die ganze Unicode-Bandbreite, aber für viele Anwendungen ist es ausreichend.

Damit der Zeichensatz genutzt werden kann, muss das Paket `console-tools` installiert sein. Der Unicode-Modus wird mit `unicode_start` gestartet und mit `unicode_stop` wieder verlassen. Weitere Informationen finden Sie im Unicode-HOWTO sowie auf der Website der Linux-Console-Tools (<http://lct.sourceforge.net>).

Unicode-X-Schriftarten: Besser sieht es unter X aus. Mittlerweile werden mit den meisten Linux-Distributionen einige X-Schriftarten mit ISO-10646-Codierung mitgeliefert. Allerdings enthalten diese Schriftarten bei weitem nicht alle definierten Zeichen, sondern nur

ΛT_EX: T_EX und ΛT_EX sind nicht Unicode-kompatibel, wohl aber die davon abgeleiteten Systeme Omega und Lambda: <http://omega-system.sourceforge.net/>

recode: recode kann Dokumente zwischen verschiedenen Zeichensätzen konvertieren, wobei diverse Unicode-Varianten (also unterschiedliche UTFs) unterstützt werden (siehe auch Seite 961).

Web-Browser: Theoretisch sollten die meisten unter Linux verfügbaren Web-Browser Unicode-kompatibel sein (Galeon, Konquerer, Mozilla, Nautilus, Netscape). Tatsächlich gelingt die Darstellung von Unicode-Webseiten zurzeit aber eher selten fehlerfrei. Die Darstellungsergebnisse sind stark davon abhängig, welche Schriftarten am Rechner installiert sind und ob der Webbrowser diese auch findet.

xterm: xterm ist Unicode-kompatibel (UTF-8), wenn es mit der Option `-u8` gestartet wird und ein Unicode-Zeichensatz verwendet wird (siehe Abbildung 5.4).

```
user$ xterm -u8 -fn -misc-fixed-medium-r-normal--20-*-iso10646-1 &
```

yudit: yudit und die KDE-Variante kyudit sind Unicode-Editoren. Das Programm unterstützt diverse Zeichensätze und mehrere Eingabevarianten (auch für asiatische Zeichen).

Weitere Informationen zum Thema Unicode finden Sie hier:

<http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/unicode.html>
<http://www.li18nux.org/>
<http://www.unicode.org/unicode/faq/>

Einen Überblick über Unicode-taugliche Programme finden Sie hier:

[http://www.hclrss.demon.co.uk/unicode/
 utilities_editors.html](http://www.hclrss.demon.co.uk/unicode/utilities_editors.html)
<http://www.linuxdoc.org/HOWTO/Unicode-HOWTO.html>

Unicode-Beispieldateien zum Ausprobieren gibt es hier:

<http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/ucs/examples/>
<http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa/unicodetest.htm>

Kapitel 6

Verwendung und Administration des Dateisystems

Dieses Kapitel beschreibt den Umgang mit Dateien und Dateisystemen in sehr vielen Facetten. Diese Seite reißt die Themen nur kurz an. Eine bessere Orientierungshilfe über dieses recht lange Kapitel gibt der Überblicksabschnitt, der auf der nächsten Seite beginnt.

Das Kapitel beginnt mit einigen Abschnitten, die Grundbegriffe im Umgang mit Dateien und Verzeichnissen erläutern – etwa das Kopieren von Dateien, den Umgang mit Links oder Zugriffsrechte auf Dateien. Ein weiterer Abschnitt befasst sich mit verschiedenen Dateitypen: Damit diverse Linux-Programme wissen, wie sie mit bestimmten Dateitypen umgehen sollen, ist eine so genannte MIME-Konfiguration erforderlich.

Der zweite große Teil des Kapitels handelt von Dateisysteme: Nach einem Überblick über die zahlreichen von Linux unterstützten Dateisystemen wird sehr ausführlich der Umgang mit dem Kommando `mount` und die richtige Konfiguration von `/etc/fstab` erläutert. Anschließend gibt es noch einige Zusatzinformationen zu den Dateisystemen `ext2`, `ext3` und `reiserfs`.

Der dritte Teil wendet sich an Linux-Profis. Er beschreibt diverse Optimierungsmöglichkeiten, die die Datensicherheit, Flexibilität bei der Verwaltung und schließlich die Geschwindigkeit betreffen (LVM, RAID, DMA-Modus).

6.1 Überblick

Wie die Länge dieses Kapitels schon auf ersten Blick zeigt, gibt es zum Thema Datei-(system)verwaltung viel zu sagen bzw. zu schreiben. Gleichzeitig muss schon hier festgestellt werden, dass sich nicht alle Abschnitte in diesem Kapitel an dieselbe Zielgruppe richten:

Wenn Sie gerade damit begonnen haben, Linux zu erlernen, dann vermitteln die ersten Abschnitte elementare Informationen zum Umgang mit Dateien und Verzeichnissen. Die weiteren Abschnitte behandeln dann aber komplexere Themen bis hin zur Einrichtung von RAID-Dateisystemen. Für fortgeschrittene Linux-Anwender und -Administratoren sind das interessante und wichtige Dinge, für ein Basisverständnis von Linux ist das aber nicht so wichtig. Daher die Empfehlung an Linux-Einsteiger: Lesen Sie dieses Kapitel nicht in der Erwartungshaltung, alles sofort verstehen zu wollen!

- **Umgang mit Dateien und Verzeichnissen:** Dieser Abschnitt beschreibt einige Besonderheiten von Linux-Dateien im Vergleich zu Windows – etwa den Umgang mit versteckten Dateien, die Verwendung von Links etc. Sie finden hier auch einen Überblick über die wichtigsten Kommandos zur Verwaltung von Dateien und Verzeichnissen, wenn Sie dazu nicht einen Dateimanager verwenden möchten.
- **Zugriffsrechte, Benutzer und Gruppenzugehörigkeit:** Zusammen mit jeder Datei werden auch ihr Besitzer und einige weitere Informationen gespeichert, die angeben, wer was mit der Datei tun darf. Dieser Abschnitt beschreibt die Hintergründe des Linux-Systems zur Zugriffssicherung von Dateien und Verzeichnissen.
- **Linux-Verzeichnisstruktur, Device-Namen:** Gerade Linux-Einsteiger werden immer wieder von der Komplexität des Verzeichnisbaums und den unzähligen darin enthaltenen Dateien überwältigt. Dieser Abschnitt gibt eine erste Orientierungshilfe.
- **Dateitypen (MIME):** Wenn Sie in einem Dateimanager oder Webbrowser eine MP3-Datei anklicken, erwarten Sie, dass automatisch ein Programm zum Abspielen dieser Datei gestartet wird. Damit das funktioniert, muss der Dateimanager bzw. Webbrowser wissen, um welchen Dateityp es sich handelt und was er damit tun soll – und dafür ist MIME zuständig. Dieser Abschnitt beschreibt die Tücken der MIME-Konfiguration.
- **Dateisystemtypen:** In den meisten Fällen werden Sie Ihre Dateien und Verzeichnisse in einem so genannten ext2-Dateisystem speichern. Daneben gibt es noch einige alternative Linux-Dateisysteme mit spezifischen Vorteilen. Außerdem kann Linux auf eine ganze Menge fremder Dateisysteme zugreifen, was beispielsweise praktisch ist, wenn Sie unter Linux auf Windows-Daten oder auf Daten in einem Netzwerk zugreifen möchten.
- **Verwaltung des Dateisystems:** Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie auf Festplatten, deren Partitionen und externe Datenträger (CD-ROMs, Disketten) zugreifen. Der Abschnitt gibt auch Tipps, was zu tun ist, wenn sich eine Festplattenpartition als zu klein herausstellt.

- **Partitionierung der Festplatte:** Die Partitionierung der Festplatte ist ein zentraler Bestandteil der Installation von Linux. Manchmal ist es aber auch im Betrieb von Linux erforderlich, eine neue Partition hinzuzufügen.
- **Das ext2-Dateisystem:** Dieser Abschnitt erklärt einige Besonderheiten bei der Verwaltung des ext2-Dateisystems.
- **Das ext3-Dateisystem:** ext3 ist der Nachfolger von ext2. Das Dateisystem ist abwärtskompatibel, enthält Journaling-Funktionen und ist (laut Informationen von Red Hat) sogar ein wenig schneller als ext2. Es ist allerdings noch nicht so ausgereift.
- **Das reiserfs-Dateisystem:** reiserfs ist eine Alternative zu ext3. Das Dateisystem unterstützt ebenfalls Journaling und ist vor allem für den Umgang mit kleinen Dateien optimiert.
- **RAID:** Mit RAID (*Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks*) verknüpfen Sie die Partitionen mehrerer Festplatten miteinander, um auf diese Weise ein zuverlässigeres und/oder schnelleres Gesamtsystem zu erreichen. Dieser Abschnitt geht kurz auf die Grundlagen von RAID ein und beschreibt dann die Einrichtung eines RAID-0-Systems (striping).
- **LVM:** Der *Logical Volume Manager* (kurz LVM) ermöglicht eine flexiblere Verwaltung von Partitionen. Mit LVM können Sie beispielsweise Partitionen mehrerer Festplatten zu einer virtuellen Partition vereinen, die Größe von Partitionen im laufenden Betrieb ändern etc.
- **DMA-Modus für IDE-Festplatten:** Der so genannte Bus-Master-DMA-Modus kann den Zugriff auf IDE-Festplatten ganz erheblich beschleunigen. Aus Kompatibilitätsgründen wird dieser Modus aber oft per Default nicht aktiviert. Dieser Abschnitt erklärt, wie Sie Ihre Festplatten optimal nutzen können und was Sie dabei beachten müssen.

War das schon alles?

Nein, natürlich nicht. Über Linux-Dateisysteme und deren Verwaltung ließe sich noch viel mehr sagen – aber das würde den Rahmen dieses Buchs endgültig sprengen. Daher stattdessen einige Querverweise:

Disk-Quotas: Dabei handelt es sich um ein System, das steuert, wie viel Platz einzelne Benutzer auf der Festplatte beanspruchen dürfen. Wird die Grenze überschritten, können keine neuen Dateien mehr angelegt werden. Eine gute Einführung gibt das Quota-Mini-HOWTO.

Verschlüsselte Dateisysteme: Linux ist an sich nicht in der Lage, Dateisysteme zu verschlüsseln (um so zu vermeiden, dass unbefugte Personen – etwa nach einem Rechnerdiebstahl – die Daten lesen können). Es besteht aber die Möglichkeit, das Dateisystem über ein so genanntes Loopback-Device anzusprechen und die Verschlüsselung dazwischen durchzuführen. Das ist langsam und kompliziert, aber es funktioniert. SuSE liefert bei seiner Distribution ab Version 7.2 sogar alle erforderlichen Module mit. Weitere Informationen finden Sie hier:

<http://encryptionhowto.sourceforge.net/>
<http://portal.suse.de/de/content/security/crypto.html>
[http://sdb.suse.de/en/sdb/html/
jsj_crypto_filesystem_mini_howto.html](http://sdb.suse.de/en/sdb/html/jsj_crypto_filesystem_mini_howto.html)

6.2 Umgang mit Dateien und Verzeichnissen

Dieser Abschnitt beleuchtet unterschiedliche Aspekte der Dateiverwaltung unter Linux. Der Abschnitt soll Ihnen dabei helfen, das Linux-Dateisystem nicht nur zu verwenden, sondern vor allem auch verstehen zu lernen. Die wichtigsten Themen sind:

- Dateien und Verzeichnisse (Dateinamen, Jokerzeichen * und ?, Verzeichnisse)
- Linux-Verzeichnisstruktur (Wo befinden sich welche Dateien? Wofür stehen die Kürzel bin, sbin, lib, usr, home etc.?)
- Links (Feste und symbolische Verweise auf andere Dateien und Verzeichnisse)

Dateien und Verzeichnisse

Ganz kurz die wichtigsten Fakten zu Dateinamen

- Unter Linux sind Dateinamen mit einer Länge bis zu 255 Zeichen zulässig.
- Es wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden!
- Ausländische Zeichen im Dateinamen sind zwar im Prinzip zulässig, können aber zu Problemen führen und sollten daher nur mit Vorsicht verwendet werden. (Aus der Sicht des Linux-Kernels ist der Dateiname eine Bytefolge, in der lediglich das Zeichen / und der Code 0 nicht vorkommen dürfen. Das Problem ist aber, wie ausländische Sonderzeichen eingegeben bzw. angezeigt werden. Das hängt vom Anwendungsprogramm, dem dort aktiven Zeichensatz (z. B. ISO-Latin-1) und der aktiven Schriftart ab. Der kleinste gemeinsame Nenner all dieser Einflussfaktoren führt dazu, dass am besten nur US-ASCII-Zeichen verwendet werden.)
- Dateien, die mit einem Punkt beginnen, gelten als versteckte Dateien (siehe Seite 211).

Der letzte Punkt bedarf noch einiger Anmerkungen: Sie können in Dateinamen beliebig viele Punkte verwenden. Der Punkt ist in Linux-Dateinamen ein Zeichen wie jedes andere, auch wenn er häufig zur Trennung von Namensteilen verwendet wird. `README.bootutils.gz` ist ein ganz normaler Dateiname, der andeutet, dass es sich um eine komprimierte README-Datei zum Thema Bootutilities handelt. Nur wenn der Punkt als erstes Zeichen eines Dateinamens verwendet wird, hat er eine besondere Bedeutung: Die Datei gilt dann als versteckt und wird üblicherweise durch das Kommando `ls` nicht angezeigt.

Dateinamen, die bei der Eingabe von Kommandos nicht eindeutig als solche erkennbar sind (etwa Dateinamen mit Leerzeichen), müssen in Hochkommata gestellt werden (etwa

"a b"). Selbst die Verwendung deutscher Sonderzeichen ist möglich. Sie sollten sich aber bewusst sein, dass deutsche Sonderzeichen eine Quelle potenzieller Schwierigkeiten sein können.

HINWEIS

Linux unterstützt verschiedene Dateisysteme. Dieser Abschnitt geht davon aus, dass Sie mit dem ext2-Dateisystem arbeiten (dem populärsten Linux-Dateisystem). Informationen zu anderen Dateisystemen finden Sie auf Seite 235.

Kommandos zur Bearbeitung von Dateien

Obwohl unter KDE und Gnome moderne Dateimanager zur Verfügung stehen, verwenden viele Linux-Anwender noch immer diverse, textorientierte Kommandos, von denen hier die wichtigsten aufgezählt sind. (Für Leute, die sich noch mit DOS auskennen, sind in Klammern die äquivalenten DOS-Kommandos angegeben.)

<code>cd</code>	wechselt das aktuelle Verzeichnis (CHDIR)
<code>cp</code>	kopiert Dateien (COPY)
<code>less</code>	zeigt Textdateien seitenweise an (CAT, MORE)
<code>ls</code>	zeigt alle Dateien eines Verzeichnisses an (DIR)
<code>mkdir</code>	erzeugt ein neues Verzeichnis (MKDIR)
<code>mv</code>	verschiebt Dateien bzw. ändert ihren Namen (MOVE)
<code>rm</code>	löscht Dateien (DEL)
<code>rmdir</code>	löscht Verzeichnisse (RMDIR)

Speziell beim Suchen von Dateien helfen die folgenden Kommandos:

<code>find</code>	sucht Dateien nach Name, Datum, Größe etc.
<code>locate</code>	sucht Dateien
<code>updatedb</code>	aktualisiert die Suchdatenbank für <code>locate</code>
<code>whereis</code>	sucht Programme in typischen bin-Verzeichnissen
<code>which</code>	sucht Programme in PATH-Verzeichnissen

Wenn Sie wissen möchten, wie viel Platz die Dateien innerhalb eines Verzeichnisses beanspruchen oder wie viel Platz auf Ihrer Festplatte noch frei ist, sollten Sie sich mit diesen Kommandos anfreunden:

<code>df</code>	zeigt den freien Speicher auf der Festplatte an
<code>du</code>	ermittelt den Platzbedarf eines Verzeichnisses

Ein Sonderfall ist der Umgang mit DOS-Disketten (also Disketten, die mit einem DOS/Windows-Dateisystem formatiert sind). Sie können solche Disketten wie Festplattenpartitionen in den Linux-Verzeichnisbaum einbinden und auf die Dateien dann ganz normal zugreifen (siehe Seite 252). Wenn Sie rasch nur eine Datei von der oder auf die Diskette kopieren möchten, sind die so genannten `mttools`-Kommandos aber bequemer. Sie ermöglichen einen direkten Zugang zu Disketten. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Kommandos zusammen:

<code>mcoppy</code>	kopiert Dateien von bzw. nach Linux
<code>mdel</code>	löscht Dateien
<code>mdir</code>	zeigt das Inhaltsverzeichnis an
<code>mmd</code>	erzeugt ein neues Verzeichnis
<code>mrd</code>	löscht Verzeichnisse
<code>mren</code>	ändert den Namen von Dateien

VERWEIS

Eine Beschreibung dieser und vieler weiterer Kommandos zum Umgang mit Dateien und Verzeichnissen finden Sie in Kapitel 22 ab Seite 917. Am Anfang dieses Kapitels befindet sich eine thematische Übersicht der Kommandos. Wenn Sie rasch Informationen zu den Optionen eines Kommandos benötigen, geben Sie am einfachsten `man kommando` ein, also beispielsweise `man ls`.

Einige Tipps zum Suchen nach Dateien finden Sie in den Überlebensregeln des vorigen Kapitels auf Seite 152.

Dateimanager

Sie können Dateien natürlich auch mit einem KDE- oder Gnome-Dateimanager ansehen, kopieren, löschen etc. Diese Programme bieten einen ähnlichen Komfort wie der Windows-Explorer. Sie werden in Kapitel 13 zum Thema KDE- und Gnome vorgestellt.

Aber auch wenn Sie in einer Textkonsole arbeiten, brauchen Sie nicht auf einen Dateimanager zu verzichten. Der so genannte Midnight-Commander (Kommando `mc`) ist ein komfortables Tool zur Dateiverwaltung, das sehr stark dem seinerzeit unter DOS gebräuchlichen Norton Commander ähnelt. Das Programm ist allerdings um zahlreiche Unix-spezifische Details erweitert worden (Umgang mit Links, Veränderung von Zugriffsrechten, Bearbeitung von `ftp`-Verzeichnissen etc.).

In zwei Bildschirmhälften werden jeweils die Dateien eines Verzeichnisses angezeigt. Der Wechsel zwischen den beiden Bildschirmhälften erfolgt mit der Maus oder mit `(Tab)`. Mit der rechten Maustaste können Sie Dateien markieren. Anschließend können Sie die markierten Dateien löschen oder in das jeweils andere Fenster verschieben oder kopieren. Viele Kommandos können Sie sowohl mit der Maus (Menü) als auch mit Funktionstasten (siehe Statuszeile) ausführen.

Das Programm reagiert sowohl in einer Textkonsole (dazu muss `gpm` installiert sein) als auch unter `X` auf Mauskommandos. Sie können Dateien natürlich auch über die Tastatur auswählen: `(Einf)` selektiert bzw. deselektiert die Datei unter dem Cursor. Mit `(+)` und `(-)` (jeweils vom numerischen Tastenblock) selektieren bzw. deselektieren Sie eine Gruppe von Dateien. Dabei müssen Sie ein Dateimuster angeben (etwa `*.bak`). Mit `(Strg)+(S)` (`search`) bewegen Sie den Cursor zur ersten Datei, die dem angegebenen Anfangsbuchstaben entspricht.

In einer Befehlszeile am unteren Bildschirmrand können Sie Befehle auch über die Tastatur eingeben. In dieser Zeile können Sie `(Alt)+(Tab)` als Tastenkürzel zur Ergänzung unvollständiger Dateinamen verwenden (wie `(Tab)` in der `bash`). Damit die Ergebnisse eines

Kommandos nicht hinter der Benutzeroberfläche von mc verborgen bleiben, können Sie diese vorübergehend mit **(Strg)+(O)** aus- und wieder einschalten.

Zu den besonderen Merkmalen dieses Programms gehören die Verzeichnisbaum-Ansicht (**LEFT|TREE**) sowie die Möglichkeit, zu allen Verzeichnissen die enthaltene Datenmenge anzuzeigen (**COMMAND|SHOW DIRECTORY SIZE**). Die beiden Sichtweisen lassen sich leider nicht kombinieren.

Bemerkenswert sind auch die Möglichkeiten, Dateinamen im Rahmen eines **COPY-** oder **MOVE-**Kommandos zu verändern. Im Gegensatz zu den Unix-Gepflogenheiten sind auch im Zielnamen Jokerzeichen möglich, sodass Sie beispielsweise alle ***.bak-** in ***.old-**Dateien umbenennen können.

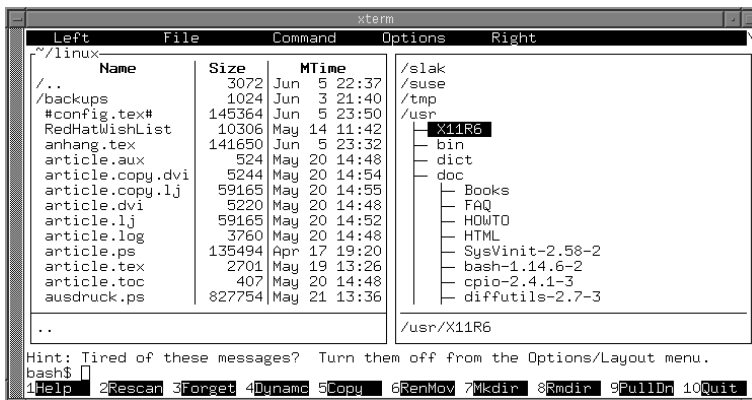


Abbildung 6.1: Der Midnight-Commander

TIPP

mc eignet sich hervorragend, um den Inhalt von ***.rpm**-Paketen sowie von ***.tar-** bzw. ***.tgz**-Archiven anzusehen und daraus einzelne Dateien zu extrahieren. Der Inhalt der Archive wird wie ein Unterverzeichnis dargestellt. Viele weitere Tipps zu mc finden Sie in der Online-Hilfe, die mit **(F1)** aufrufen wird.

Jokerzeichen

Im täglichen Umgang mit Dateien werden Sie häufig ganze Gruppen von Dateien bearbeiten – etwa alle Dateien mit der Endung **.tex**. Um das zu ermöglichen, sind bei der Eingabe von Linux-Kommandos zwei Jokerzeichen erlaubt: **?** zur Spezifikation eines beliebigen Zeichens und ***** zur Spezifikation beliebig vieler (auch null) Zeichen.

Auf den ersten Blick sieht das genauso aus wie unter DOS/Windows. Der wohl wichtigste Unterschied besteht darin, dass ***** fast alle Zeichen erfasst, also auch Punkte (sofern sie nicht am Beginn des Dateinamens stehen). Wenn Sie alle Dateien erfassen möchten, heißt es unter Linux ***** (und nicht ***.***)! (Anmerkungen zu versteckten Dateien folgen etwas weiter unten.)

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass auch mehrere Jokerzeichen Linux nicht aus dem Gleichgewicht bringen. Sie können beispielsweise mit `*graf*` alle Dateien suchen, die `graf` in ihrem Namen enthalten – also etwa `grafik.doc`, `apfelgraf` und `README.graf`.

Wenn Ihnen die Jokerzeichen `?` und `*` zu allgemein sind, können Sie eine stärkere Einschränkung durch die Angabe eckiger Klammern erreichen. `[abc]` steht als Platzhalter für einen der drei Buchstaben `a`, `b` oder `c`. Wenn innerhalb der eckigen Klammern ein Bindestrich zwischen zwei Buchstaben oder Ziffern angegeben wird, dann ist ein Zeichen dazwischen gemeint: `[a-f]*` erfasst demnach alle Dateien, die mit einem Buchstaben zwischen `a` und `f` beginnen. `*[_.-]*` meint alle Dateien, die irgendwo in ihrem Dateinamen zumindest einen Punkt, Unterstrich oder Bindestrich enthalten. Durch ein Ausrufezeichen kann der Ausdruck negiert werden: `[!a-z]*` meint alle Dateien, die mit einem Großbuchstaben oder mit einem Sonderzeichen beginnen. `*.[hc]` erfasst alle Dateien, die mit `.c` oder `.h` enden.

Die Jokerzeichen können auch für Verzeichnisse verwendet werden. `*/*.tex` erfasst alle `*.tex`-Dateien, die sich in Unterverzeichnissen des aktuellen Verzeichnisses befinden (nur eine Ebene, also nicht auch Dateien in Unter-Unterverzeichnissen). `/usr/*bin/*` erfasst alle Dateien in den Verzeichnissen `/usr/bin` und `/usr/sbin`.

Beim Kopieren von Dateien wird oft ein weiteres Sonderzeichen benötigt – der Punkt als Platzhalter für das aktuelle Verzeichnis. So werden durch das Kommando `cp projekt/*.c .` alle `*.c`-Dateien aus dem Verzeichnis `projekt` in das aktuelle Verzeichnis kopiert.

Jokerzeichen für Dateinamen

<code>?</code>	genau ein beliebiges Zeichen
<code>*</code>	beliebig viele (auch null) beliebige Zeichen
<code>[abc]</code>	genau eines der angegebenen Zeichen
<code>[a-f]</code>	ein Zeichen aus dem angegebenen Bereich
<code>[!abc]</code>	keines der angegebenen Zeichen
<code>[^abc]</code>	wie oben
<code>~</code>	Abkürzung für das Heimatverzeichnis

Im Umgang mit Verzeichnissen sind außerdem die beiden Dateinamen `.` und `..` von besonderer Bedeutung. `.` verweist auf das aktuelle Verzeichnis, `..` auf das übergeordnete Verzeichnis.

VERWEIS

Für die Auswertung der Jokerzeichen ist nicht das jeweils aufgerufene Kommando zuständig, sondern die Shell, aus der das Kommando aufgerufen wird. `bash`, die unter Linux gebräuchlichste Shell, kennt neben den gerade beschriebenen Jokerzeichen eine Menge weiterer Sonderzeichen, die bei der Ausführung eines Kommandos eine besondere Wirkung haben (siehe Seite 871).

Komplikationen bei der Verwendung von Jokerzeichen

Der Umgang mit Jokerzeichen sieht auf den ersten Blick einfacher aus, als er in Wirklichkeit ist. Wenn Sie Schwierigkeiten mit Jokerzeichen haben, sollten Sie einfach einige Experimente mit `echo jokerzeichen` durchführen. Dieses Kommando zeigt einfach alle durch eine Jokerzeichen-Kombination erfassten Dateinamen auf dem Bildschirm an, ohne die Dateinamen zu verändern.

Ein Problem besteht darin, dass `*` nicht nur Dateien, sondern auch Verzeichnisse erfasst. `ls *` zeigt aus diesem Grund nicht nur alle Dateien im aktuellen Verzeichnis an, sondern auch den Inhalt aller Unterverzeichnisse, die über `*` erfasst werden. Beim Kommando `ls` kann dieses Problem durch die Option `-d` umgangen werden, bei anderen Kommandos steht diese Option allerdings nicht zur Verfügung.

Wenn Sie alle Verzeichnisse (nicht aber normale Dateien) bearbeiten möchten, hilft die Jokerzeichenkombination `*/.` weiter: Mit ihr werden alle 'Dateien' erfasst, die als Unterverzeichnis einen Verweis auf sich selbst enthalten – und das ist eben nur bei Verzeichnissen der Fall. (Verzeichnisse gelten intern als eine Sonderform einer Datei – daher die Anführungszeichen.)

```
user$ echo */.
```

Die Tatsache, dass nicht das jeweilige Programm, sondern schon die Shell für die Verarbeitung der Jokerzeichen zuständig ist, hat nicht nur Vorteile. So ist es etwa unmöglich, mit `ls -R *.tex` nach allen `*.tex`-Dateien auch in Unterverzeichnissen zu suchen. (Die Option `-R` für das Kommando `ls` bewirkt ein rekursives Durchsuchen von Unterverzeichnissen und ist mit der Option `/S` des DOS-Kommandos `DIR` vergleichbar.)

Der Grund dafür ist recht einfach: Die Shell erweitert das Muster `*.tex` für das *aktuelle* Verzeichnis und übergibt an `ls` die Liste der gefundenen Dateien. `ls` zeigt diese Dateien an. Wenn Sie keine Verzeichnisse mit der Endung `.tex` haben, ist `ls` damit am Ende – auch die Option `-R` kann daran nichts mehr ändern. Rekursiv durchsucht werden nämlich nur die Verzeichnisse, die als Parameter übergeben werden.

Zum Suchen nach Dateien stellt Linux deshalb das sehr viel flexiblere Kommando `find` zur Verfügung. Im Beispiel unten wird eine Liste aller `*.tex`-Dateien im aktuellen und in allen untergeordneten Verzeichnissen angezeigt.

```
user$ find . -name '*.tex'
```

Dieselbe Ursache hat auch das Scheitern des Versuchs, `*~`-Dateien in allen Unterverzeichnissen zu löschen. Das Kommando `rm -r *~` versagt trotz der Option `-r` für ein rekursives Bearbeiten von Unterverzeichnissen. Der Grund: `*~` wird bereits von der `bash` erweitert, und zwar für das aktuelle Verzeichnis. Unterverzeichnisse werden nur berücksichtigt, wenn sie einen Namen aufweisen, der mit `~` endet. (Beabsichtigt ist ja genau das Gegenteil, nämlich Dateien mit `~` in gewöhnlichen Verzeichnissen zu löschen.)

Das Löschen aller Backup-Dateien in Unterverzeichnissen gelingt erst mit dem folgenden Kommando. Dabei wird die Liste aller in Frage kommenden Dateien mit `find` gebildet und via Kommandosubstitution (`$(kommando)`) an `rm` weitergeleitet.

```
user$ rm $(find -name '*~')
```

Falls es sich um *sehr* viele Dateien handelt, tritt bei der Ausführung des obigen Kommandos ein Fehler auf: Die Kommandozeile mit allen `*~`-Dateien wird so lang, dass sie die maximale Kommandozeilenlänge überschreitet. In solchen Fällen muss `find` mit der `-exec`-Option verwendet werden – siehe Seite 937.

VORSICHT

Eines der gefährlichsten Linux-Kommandos ist `rm -rf *`; Damit werden rekursiv alle Dateien und alle Verzeichnisse (ausgehend vom aktuellen Verzeichnis) gelöscht.

Ein weiterer Unterschied zu MS-DOS zeigt sich, wenn Sie versuchen, ein Kommando der Art `mv *.x *.y` auszuführen (um alle `*.x`-Dateien in `*.y`-Dateien umzubenennen). Das ist unter Linux nicht unmittelbar möglich. Der Grund für diese Einschränkung ist wieder derselbe, wie oben beschrieben: Die Shell ersetzt `*.x` durch die Liste aller Dateien, die diesem Muster entsprechen. Für `*.y` gibt es keine gültigen Dateinamen. An das Kommando `cp` wird daher eine Liste mehrerer Dateien und der Ausdruck `*.y` übergeben – und `mv` kann damit verständlicherweise wenig anfangen.

Dazu ein konkretes Beispiel: Angenommen, im aktuellen Verzeichnis befinden sich nur die Dateien `markus.x`, `peter.x` und `ulrike.x`. Wenn Sie `mv *.x *.y` ausführen, ersetzt die Shell das Muster `*.x` durch die drei genannten Dateien. Die Shell findet keine passenden Dateien für `*.y` und übergibt das Muster so, wie es ist. Erst jetzt wird das Kommando `mv` gestartet. Es bekommt folgende Parameter, mit denen es erwartungsgemäß nichts anfangen kann:

```
user$ mv markus.x peter.x ulrike.x *.y
```

Selbst wenn an `mv` als Parameterliste `markus.x peter.x ulrike.x markus.y peter.y ulrike.y` übergeben würde, wäre die Wirkung nicht die erwünschte. `mv` ist prinzipiell nicht in der Lage, mehrere Dateien umzubenennen. Entweder werden *mehrere* Dateien in ein anderes Verzeichnis verschoben, oder es wird nur *eine* Datei umbenannt. `mv` hat zwar einige Ähnlichkeiten mit dem DOS-Kommando `RENAME`, mehr aber auch nicht.

Jokerzeichen für Fortgeschrittene

Unix-Experten haben natürlich auch für dieses Problem eine Lösung gefunden: Sie verwenden den Streameditor `sed`. Wegen der eher komplizierten Bedienung von `sed` eignen sich Beispiele wie das folgende eigentlich nur zur Shell-Programmierung. Kurz zur Funktionsweise: `ls` liefert die Liste der Dateien, die umbenannt werden sollen, und gibt sie an `sed` weiter. `sed` bildet daraus mit dem Kommando `s` (regular find and replace) eine Liste von `cp`-Kommandos und gibt diese wiederum an eine neue Shell `sh` weiter, die die Kommandos schließlich ausführt. Durch die Zeile unten werden alle `*.xxx`-Dateien in `*.yyy`-Dateien kopiert.

```
user$ ls *.xxx | sed 's/\(.*\)\.xxx$/cp & \1.yyy/' | sh
```

Eine andere Alternative wäre die Formulierung einer kleinen Schleife. (Das setzt voraus, dass die `bash` und nicht eine andere Shell verwendet wird.) Durch das Kommando unten werden von allen `*.tex`-Dateien Kopien mit der Endung `tex~` gebildet. (Die Endung `~` wird häufig zur Kennzeichnung von Backup-Dateien verwendet.)

```
user$ for i in *.tex; do cp $i $i~; done
```

VERWEIS

Die obigen Beispiele funktionieren zwar, sind aber für den täglichen Einsatz zu kompliziert. Im Rahmen von Kapitel 21 zur Shell-Programmierung werden die neuen Kommandos `regmv` und `regcp` vorgestellt, die mit ganz einfachen regulären Ausdrücken zurechtkommen, etwa in der Art `regcp 'b-*.eps bild*.ps'` (siehe Seite 900).

Versteckte Dateien

Unter Linux gelten Dateien, deren Name mit einem Punkt beginnt, als versteckte Dateien. `*` berücksichtigt deswegen nicht wirklich alle Dateien in einem Verzeichnis: Dateien, die mit einem Punkt beginnen (häufig Konfigurationsdateien, die unsichtbar sein sollen), werden ignoriert.

Wenn Sie nun glauben, Sie könnten unsichtbare Dateien mit `.*` erfassen, wird alles noch schlimmer: Damit sind nämlich nicht nur unsichtbare Dateien gemeint, die mit `.` beginnen, sondern auch die Verzeichnisse `.` und `..` (also das aktuelle und das übergeordnete Verzeichnis). Wenn das jeweilige Kommando in der Lage ist, ganze Verzeichnisse zu bearbeiten, können die Folgen fatal sein.

Das Problem kann mit dem Suchmuster `.[!.]*` umgangen werden. Damit werden alle Dateinamen erfasst, deren erstes Zeichen ein Punkt ist, die mindestens ein weiteres Zeichen aufweisen, das kein Punkt ist, und die beliebig viele (auch null) weitere Zeichen haben.

```
user$ echo .[!.]*
```

Beim Kommando `ls` kann die Option `-a` verwendet werden. Sie führt dazu, dass alle Dateien (auch unsichtbare) angezeigt werden. Allerdings dürfen bei dieser Verwendung von `ls` keine Masken (etwa `*rc*`) angegeben werden. `-a` funktioniert nur dann, wenn `ls` sich die Dateien selbst suchen darf (und nicht die Shell diese Aufgabe übernimmt).

Wirklich universell funktioniert auch in diesem Fall nur `find`. Das folgende Kommando findet alle versteckten Dateien im aktuellen und allen untergeordneten Verzeichnissen:

```
user$ find . -name '.*'
```

Verzeichnisse

Der Verzeichnisbaum von Linux beginnt im Wurzelverzeichnis `/`. Laufwerksangaben wie `C:` sind unter Linux weder möglich noch sinnvoll (siehe auch Seite 240). Innerhalb dieses Buchs gelten alle weiteren Verzeichnisse als *untergeordnet* – das Wurzelverzeichnis steht also – bildlich gesehen – ganz oben. In manchen Büchern ist die Nomenklatur gerade umgekehrt, was zwar dem Baumbild (Wurzel unten, Verästelung oben) besser entspricht, aber nicht mit dem üblichen Sprachgebrauch übereinstimmt.

Zwei Unterverzeichnisse existieren in jedem Verzeichnis: `.` als Verweis auf das aktuelle Verzeichnis und `..` als Verweis auf das übergeordnete Verzeichnis.

Eines der größten Probleme beim Neueinstieg in Unix/Linux besteht darin, eine bestimmte Datei im weit verästelten Verzeichnissystem zu finden. Eine erste Orientierungshilfe bietet der folgende Abschnitt. Sehr zweckmäßig sind auch die Kommandos `find`, `locate` und `grep`: `find` sucht nach einem bestimmten Dateinamen und `grep` nach einer Zeichenkette innerhalb einer Datei. Durch die Kombination der beiden Kommandos ist mit etwas Übung beinahe jede Datei auffindbar (siehe Seite 937 und 941). `locate` funktioniert ähnlich wie `find`, setzt aber auf einer vorher erstellten Datenbank auf und ist daher ungleich schneller (Seite 947).

Feste und symbolische Links

Links sind Verweise auf Dateien. Durch Links kann von verschiedenen Orten in der Verzeichnisstruktur auf ein- und dieselbe Datei zugegriffen werden, ohne dass diese Datei physikalisch mehrfach gespeichert werden muss. Links sind damit ein wichtiges Hilfsmittel zur Vermeidung von Redundanzen. Im Linux-Dateisystem kommen Links besonders häufig in `/bin`- und `/lib`-Verzeichnissen vor. (Sehen Sie sich beispielsweise `/usr/bin` oder `/usr/lib` mit `ls -l` genauer an!)

Am einfachsten sind Links anhand eines Beispiels zu verstehen: Angenommen, im Verzeichnis `test` befindet sich die Datei `abc`; durch das Kommando `ln abc xyz` wird scheinbar eine neue Datei `xyz` erstellt. In Wahrheit sind aber `abc` und `xyz` nur zwei Verweise auf ein und dieselbe Datei. Die einzige Möglichkeit, das zu überprüfen, bietet das Kommando `ls` mit der Option `-l`. Es gibt in der zweiten Spalte an, wie viele Links auf eine bestimmte Datei zeigen (im vorliegenden Beispiel 2). Wenn zusätzlich die Option `-i` verwendet wird, gibt `ls` auch den I-Node der Datei an, der bei Links (und nur dann) identisch ist.

```
root# ls -li
59293 -rw-r--r-- 1 root      root      1004 Oct  4 16:40 abc
root# ln abc xyz
root# ls -li
59293 -rw-r--r-- 2 root      root      1004 Oct  4 16:40 abc
59293 -rw-r--r-- 2 root      root      1004 Oct  4 16:40 xyz
```


Wenn Sie nun eine der beiden Dateien verändern (egal welche), ändert sich automatisch auch die andere Datei (weil es ja in Wirklichkeit nur eine einzige Datei gibt). Wenn Sie eine der beiden Dateien löschen, reduzieren Sie dadurch nur die Anzahl der Links.

Linux kennt zwei Formen von Links. Das obige Beispiel hat feste Links (hard links) vorgestellt, wie sie standardmäßig durch das Kommando `ln` erzeugt werden (siehe auch Seite 947). Wird `ln` dagegen mit der Option `-s` verwendet, erzeugt das Kommando symbolische Links. Symbolische Links (manchmal auch weiche Links bzw. soft links genannt) haben den Vorteil, dass sie innerhalb des Dateisystems von einer physikalischen Festplatte auf eine andere verweisen können und dass sie nicht nur auf Dateien, sondern auch auf Verzeichnisse angewandt werden können. (Beides ist mit festen Links normalerweise nicht möglich. Einen Sonderfall stellen feste Links auf Verzeichnisse dar, die zwar möglich sind, aber nur vom Superuser erstellt werden können.)

Durch `ls` wird bei symbolischen Links angezeigt, wo sich die Ursprungsdatei befindet. Es wird allerdings kein Zähler verwaltet, der angibt, von wie vielen Stellen auf die Ursprungsdatei verwiesen wird.

Intern besteht der Unterschied zwischen festen und symbolischen Links darin, dass im einen Fall der I-Node, im anderen Fall der Dateiname oder (bei Links über ein Verzeichnis hinaus) die Pfadangabe gespeichert wird.

```
root# ln -s abc efg
root# ls -li
59293 -rw-r--r-- 2 root      root      1004 Oct  4 16:40 abc
59310 lrwxrwxrwx 1 root      root          3 Oct  4 16:52 efg -> abc
59293 -rw-r--r-- 2 root      root      1004 Oct  4 16:40 xyz
```

Symbolische Links verhalten sich ein wenig anders als feste Links. Das Löschen der Ursprungsdatei (also `abc`) verändert zwar den Link auf diese Datei nicht, `efg` verweist jetzt aber auf eine leere (gar nicht vorhandene) Datei. Wird dagegen der symbolische Link gelöscht, hat das keinen Einfluss auf die Ursprungsdatei.

Symbolische Links können nicht nur für Dateien, sondern auch für Verzeichnisse erstellt werden. Das kann einige Verwirrung stiften, weil durch einen symbolischen Link ganze Verzeichnisbäume scheinbar verdoppelt werden. In Wirklichkeit stellt der Verzeichnis-Link aber nur einen zusätzlichen Pfad zu denselben Dateien und Unterverzeichnissen dar.

Auch dazu ein Beispiel: \LaTeX ist standardmäßig in einer etwas unübersichtlichen Verzeichnisstruktur installiert. Wenn Sie auf die $\text{\LaTeX}_{2\epsilon}$ -Dateien bequem (und ohne die Angabe von sechs Unterverzeichnissen) zugreifen möchten, definieren Sie den folgenden Link:

```
user$ ln -s /usr/lib/teTeX/texmf/tex/latex latex2e
user$ ls -l latex2e
lrwxrwxrwx 1 user      user          30 Oct  4 17:20 latex2e ->
/usr/lib/teTeX/texmf/tex/latex
```

Nun können Sie auf alle Dateien, die sich in `/usr/lib/teTeX/texmf/tex/latex` befinden, bequem über das Link-Verzeichnis `latex2e` zugreifen. Dazu abschließend noch ein Tipp: Wenn Sie den Inhalt von `latex2e` ansehen möchten, müssen Sie das nachfolgende Verzeichniszeichen mit angeben (also `latex2e/` statt einfach `latex2e`).

```
user$ ls -l latex2e/
total 35
drwxr-xr-x  2 root      root          1024 Nov  6 18:09 algorithm
drwxr-xr-x  2 root      root          1024 Nov  6 18:09 amsfonts
....
```

Generell sollten Sie versuchen, möglichst keine absoluten, sondern nur relative Pfadangaben in Links zu verwenden. Damit vermeiden Sie Probleme, die sich beim Mounten von Verzeichnissen per NFS oder beim Verschieben von Verzeichnissen ergeben können.

Sowohl symbolische als auch feste Links haben Vorteile. Symbolische Links sind einfacher in der Handhabung. Dafür verbrauchen feste Links weniger Speicher und sind schneller.

Links auf Programme

Unter Linux kommt es relativ häufig vor, dass mehrere, oft ganz unterschiedlich arbeitende Kommandos durch symbolische oder feste Links auf ein und dasselbe Programm verweisen (führen Sie `ls -l /usr/bin` aus!). Obwohl offensichtlich jedes Mal diese eine Programmdatei ausgeführt wird, verhält sich das Programm ganz unterschiedlich, je nachdem, über welchen Link es aufgerufen wurde.

Die Erklärung ist recht einfach: Bei der Programmerstellung wurden diese unterschiedlichen Aufrufmöglichkeiten bereits eingeplant. Bei der Ausführung des Programms wird dann jedes Mal getestet, durch welchen Kommandonamen das Programm gestartet wurde. Wenn der Name erkannt wird, startet das Programm die entsprechenden Routinen, andernfalls liefert es eine Fehlermeldung.

Ein gutes Beispiel für diese Vorgehensweise bieten die `mtools`-Kommandos zur Bearbeitung von MS-DOS-Disketten. Die Kommandos `mattrib`, `mcd` etc. verweisen auf eine einzige Programmdatei, nämlich `mtools`. Wenn Sie versuchen, `mtools` direkt aufzurufen, liefert das Programm eine Fehlermeldung, weil der Kommandoname `mtools` in der Liste der dreizehn möglichen Kommandos nicht vorkommt.

6.3 Zugriffsrechte, Benutzer und Gruppenzugehörigkeit

Linux ist als Multiuser-System konzipiert und benötigt daher Mechanismen, die steuern, wer auf welche Dateien zugreifen darf, wer sie ändern darf etc. Die Basis des Zugriffssystems stellt die Verwaltung von Benutzern und Gruppen dar, die auf Seite 170 beschrieben wurde.

HINWEIS

Dieser Abschnitt beschreibt die gewöhnliche Verwaltung von Zugriffsrechten, wie sie unter Unix und Linux schon seit vielen Jahren zur Verfügung steht. Es gibt allerdings Fälle, in denen dieses relativ einfache System unzureichend ist. Aus diesem Grund wurde ein feinmaschigeres System zur Verwaltung von Zugriffsrechten entwickelt, das auf so genannten *Access Control Lists* (ACLs) basiert. ACLs stehen unter Linux normalerweise nicht zur Verfügung, es gibt aber entsprechende Kernel-Patches. Weitere Informationen finden Sie hier:

<http://acl.bestbits.at/>

Mit jeder Datei bzw. mit jedem Verzeichnis werden folgende Informationen gespeichert:

- der Besitzer (owner) der Datei
- die Gruppe, der die Datei zuzuordnen ist
- neun Zugriffsbits (rwxrwxrwx für Read/Write/Execute für den Besitzer, für alle Gruppenmitglieder und für den Rest der Welt)
- einige weitere Zusatzbits für Spezialfunktionen

Der Besitzer (user) einer Datei ist in der Regel die Person, die die Datei erzeugt hat. Benutzer, die Schreibzugriff auf die Datei haben, können den Besitzer der Datei nachträglich durch `chown` verändern. Als Gruppe wird normalerweise die primäre Gruppe des Besitzers verwendet.

Die Zugriffsinformationen `r`, `w` und `x` steuern, wer die Datei lesen, schreiben (verändern) und ausführen darf. Diese Informationen werden getrennt für den Besitzer, für die Gruppe und für alle anderen Benutzer gespeichert. Das ermöglicht es, dem Besitzer mehr Rechte zu geben als anderen Benutzern. Die Informationen werden meist Zugriffsbits genannt, weil sie intern als Zahl mit bitweiser Codierung gespeichert werden. Statt in der Schreibweise `rwxrwxrwx` werden die neun Zugriffsbits sowie drei weitere Spezialbits oft auch oktal dargestellt (siehe Kommando `chmod` auf Seite 925).

Die Zugriffsbits, der Besitzer sowie die Gruppenzugehörigkeit einer Datei können mit `ls -l` betrachtet werden. Für eine typische Textdatei liefert `ls` das folgende Ergebnis: Die Datei darf vom Besitzer `michael` gelesen und verändert werden. Da es sich um eine Textdatei handelt, ist das erste `x`-Bit deaktiviert, die Datei kann also nicht ausgeführt werden. Alle anderen Benutzer, egal, ob sie Mitglied der `users`-Gruppe sind oder nicht, dürfen diese Datei lesen (aber nicht verändern).

```
michael$ ls -l header.tex
-rw-r--r--  1 michael  users      3529 Oct  4 15:43 header.tex
```

HINWEIS

`ls -l` zeigt nicht nur den Zustand der neun Zugriffsbits an, sondern sieht in der ersten Textspalte Platz für ein weiteres Zeichen vor. Darin wird der Dateityp angegeben (- für eine normale Datei, d für ein Verzeichnis (directory), l für einen symbolischen Link etc.).

Wenn michael möchte, dass diese Datei nur von den Mitgliedern der users-Gruppe, nicht aber von Anwendern außerhalb der Gruppe gelesen werden kann, dann muss er das letzte r-Bit deaktivieren. Das erfolgt mit dem Kommando `chmod` (siehe Seite 925).

```
michael$ chmod o-r header.tex
michael$ ls header.tex -l
-rw-r-----  1 michael  users      3529 Oct  4 15:43 header.tex
```

Möglicherweise soll der Zugriff auf die Datei `header.tex` auf zwei Anwender beschränkt werden, michael und kathrin. Dazu kann eine neue Gruppe gebildet werden, der nur die beiden angehören. (Wenn michael und kathrin das Dokumentations-Team einer Firma bilden, wäre als Gruppenname etwa `dokuteam` sinnvoll; siehe Seite 215.) Anschließend wird die Gruppenzugehörigkeit mit `chgrp` geändert.

```
michael$ chgrp dokuteam header.tex
michael$ ls header.tex -l
-rw-r-----  1 michael  dokuteam    3529 Oct  4 15:43 header.tex
```

HINWEIS

Dateien von anderen Benutzern dürfen in ein eigenes Verzeichnis kopiert werden, wenn das r-Bit für die Gruppe bzw. für alle anderen Anwender aktiv ist. Die Kopie der Datei gehört dann demjenigen, der das `cp`-Kommando ausgeführt hat. Daher ist es nun möglich, die Zugriffsbits der Kopie zu verändern und die Kopie anschließend zu verändern oder auszuführen (wenn es sich um ein Programm handelt).

Zugriffsrechte auf Verzeichnisse

Die neun Zugriffsbits haben im Prinzip auch bei Verzeichnissen Gültigkeit, allerdings besitzen sie dort eine etwas abweichende Bedeutung: Das r-Bit erlaubt es anderen Anwendern, den Inhalt des Verzeichnisses mit `ls` anzusehen. Das x-Bit ermöglicht es darüber hinaus, mit `cd` in dieses Verzeichnis zu wechseln. Wenn sowohl x als auch w gesetzt sind, dürfen im Verzeichnis neue Dateien erzeugt werden.

Zugriffsrechte auf Devices

Der Zugriff auf diverse Hardware-Komponenten (Diskettenlaufwerke, Drucker, Modem (d. h. serielle Schnittstelle), Streamer) erfolgt in Linux über so genannte Devices (siehe auch Seite 224).

Um gezielt steuern zu können, welcher Benutzer auf welche Devices zugreifen darf, sind den Devices unterschiedliche Benutzergruppen zugeordnet. Beispielsweise ist `/dev/ttyS1` (die zweite serielle Schnittstelle, an der normalerweise das Modem angeschlossen ist) üblicherweise der Gruppe `uucp` zugeordnet.

```
root# ls -l /dev/ttyS1
crw-rw---- 1 root    uucp          5,  65 Jul 18  1994 /dev/ttyS1
```

Wenn der Systemadministrator möchte, dass der User `hubert` direkt auf das Modem zugreifen darf, fügt er `hubert` zur Gruppe `uucp` hinzu. Die Änderung der Gruppenzugehörigkeit kann mit dem Kommando `usermod`, mit einem Programm zur Benutzerverwaltung oder durch eine direkte Veränderung der Datei `/etc/group` erfolgen: Dazu fügen Sie in dieser Datei einfach den Benutzernamen `hubert` an die `uucp`-Zeile an.

```
# Änderung in der Datei /etc/group
uucp: :14:uucp,fax,root,fnet,hubert
```

Spezialbits

Die Bedeutung der drei mal drei Zugriffsbits `rw-rw-rw-` ist leicht zu verstehen. Darüber hinaus können mit Dateien und Verzeichnissen noch einige weitere Informationen gespeichert werden. Die Kenntnis dieser Spezialbits ist im Regelfall nur für Systemadministratoren erforderlich.

Setuid-Bit: Dieses Bit bewirkt bei Programmen, dass diese immer so ausgeführt werden, als hätte der Besitzer selbst das Programm gestartet. (Intern wird also für die Ausführung des Programms die User-Identifikationsnummer des Besitzers der Datei und nicht die UID des aktuellen Benutzers verwendet.)

Das Bit wird dazu eingesetzt, um gewöhnlichen Besitzern zusätzliche Rechte zu geben (die aber nur bei der Ausführung dieses Programms gelten). Wenn das `setuid`-Bit für Dateien privilegierter Nutzer (etwa `root`) gesetzt wird, kann dies ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen: Gewöhnliche Benutzer können das Programm ausführen, als wären sie `root`!

Aus diesem Grund wird die Anwendung des `Setuid`-Bits nach Möglichkeit vermieden. Zwei Ausnahmen sind die Kommandos `lpr` und `mount`. (Eine Alternative zum `setuid`-Bit kann die Verwendung des Kommandos `sudo` sein – siehe Seite 968.)

`ls -l` zeigt bei derartigen Programmen bei den Benutzer-Zugriffsbits den Buchstaben `s` (statt eines `x`) an. Der Oktalwert dieses Bits (für `chmod`) beträgt 4000.

Setgid-Bit: Dieses Bit hat bei Programmen eine ähnliche Wirkung wie `Setuid`. Allerdings wird nun während der Ausführung des Programmes die Gruppen-Identifikationsnummer der Datei verwendet (und nicht die GID des aktuellen Benutzers).

`ls -l` zeigt bei derartige Programmen für die Gruppen-Zugriffsbits den Buchstaben `s` (statt eines `x`) an. Der Oktalwert dieses Bits beträgt 2000.

```
root# ls -l /bin/mount /usr/bin/lpr
-rwsr-xr-x    1 root    root        67236 Jan 19 11:17 /bin/mount
-r-sr-sr-x    1 root    lp          16276 Mai 11 17:56 /usr/bin/lpr
```

Bei Verzeichnissen bewirkt das Setgid-Bit, dass in diesem Verzeichnis neu erzeugte Dateien der Gruppe des Verzeichnisses angehören (und nicht, wie sonst üblich, der Gruppe des Benutzers, der die Datei erzeugt).

Sticky-Bit: Dieses Bit bewirkt bei Verzeichnissen, in denen alle die Dateien ändern dürfen, dass jeder nur seine eigenen Dateien löschen darf (und nicht auch Dateien anderer Benutzer). Das Bit ist beispielsweise beim /tmp-Verzeichnis gesetzt. In diesem Verzeichnis darf jeder Benutzer temporäre Dateien anlegen. Es muss aber vermieden werden, dass auch jeder Benutzer nach Belieben fremde Dateien umbenennen oder löschen kann.

`ls -l` zeigt bei derartigen Programmen für alle gültigen Zugriffsbits den Buchstaben `t` an (statt eines `x`). Der Oktalwert dieses Bits beträgt 1000.

```
user$ ls -ld /tmp/
drwxrwxrwt    18 root    root        4096 Jun 14 15:34 /tmp/
```

Beachten Sie bitte, dass die Bedeutung des Sticky-Bits Linux-spezifisch ist. Bei anderen Unix-Varianten kann das Bit eine andere (oder gar keine) Bedeutung haben.

HINWEIS

Linux-intern werden zusammen mit den Zugriffsbits und den Spezialbits auch die Informationen darüber gespeichert, welche Funktion eine Datei hat. Es kann sich beispielsweise um eine normale Datei handeln, um ein Verzeichnis, um einen Link, um ein Block-Device etc.

Die meisten Programme zur Dateiverwaltung verbergen diese Zusatzinformation. Es gibt aber auch einige wenige Programme, die diese Information als Zahlenwert anzeigen (z. B. `Linuxconf`). Bei einer gewöhnlichen Datei lautet die komplette Spezifikation dann 100000 (Kennzeichnung für eine gewöhnliche Datei) plus `x000` (Spezialbits) plus `xxx` (Zugriffsbits), also beispielsweise 100760. Die Zahlencodes für die Dateitypen erhalten Sie mit `man 2 stat`.

Besitzer, Gruppe und Zugriffsbits neuer Dateien

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Frage, welche Faktoren die Zugriffsinformationen neuer Dateien bestimmen. Um das einfach auszuprobieren, verwenden Sie am besten das Kommando `touch`. Dieses Kommando erzeugt eine neue, leere Datei, falls die angegebene Datei noch nicht existiert.

Beispiel: Der Benutzer `michael` erzeugt die neue Datei `myFile1`. Es sollte nicht überraschen, dass diese Datei wieder dem Benutzer `michael` gehört – er hat sie ja gerade selbst erzeugt. Als Gruppenzugehörigkeit wurde automatisch `users` verwendet. (`users` ist die primäre Gruppe von `michael`.)

```
michael$ touch myFile1
michael$ ls -l myFile1
-rw-r--r-- 1 michael users 0 Jun 14 16:45 myFile1
```

michael gehört einer Reihe weiterer Gruppen an (Kommando `groups`). Um eine Datei zu erzeugen, die nicht der primären Gruppe angehört, muss zuerst die aktive Gruppe gewechselt werden (Kommando `newgrp`).

```
michael$ groups
users uucp dialout audio video
michael$ newgrp audio
michael$ touch myFile2
michael$ ls -l myFile2
-rw-r--r-- 1 michael audio 0 Jun 14 17:02 myFile2
```

Natürlich hätte `myFile2` auch ohne vorheriges `newgrp` erzeugt werden können. Dann hätte die Gruppenzugehörigkeit nachträglich mit `chgrp` verändert werden müssen. `newgrp` ist dann praktisch, wenn mehrere neue Dateien erzeugt werden sollen, die automatisch einer bestimmten Gruppe angehören sollen.

Besitzer und Gruppenzugehörigkeit: Aus den zwei Beispielen oben geht hervor, dass neue Dateien automatisch dem Benutzer gehören, der sie erzeugt. Als Gruppenzugehörigkeit wird normalerweise die primäre Gruppe des Benutzers verwendet (es sei denn, der Benutzer hat mit `newgrp` eine andere seiner Gruppen zur aktuellen Gruppe gemacht).

HINWEIS

Wenn in einem Verzeichnis das Sticky-Bit gesetzt ist (siehe vorigen Abschnitt), dann erhalten darin erzeugte Dateien automatisch dieselbe Gruppe wie das Verzeichnis. Die aktive Gruppe des Benutzers wird nicht berücksichtigt.

Zugriffsbits: Bei den Zugriffsbits ist die Sache etwas komplizierter. Linux sieht eigentlich vor, dass neue Dateien die Zugriffsbits `rw-rw-rw` (oktal 666) bekommen, also von jedem gelesen und verändert werden dürfen. Neue Programmdateien, die von einem Compiler erzeugt werden, bekommen automatisch die Zugriffsbits `rw-rwxrwx` (777), können also auch von jedem ausgeführt werden.

Für die praktische Arbeit mit mehreren Benutzern wäre diese Defaulteinstellung allerdings zu freizügig. Deswegen sehen alle Linux-Shells (also die Kommandointerpreter) eine so genannte `umask`-Einstellung vor. Dabei handelt es sich um einen Zahlenwert, der die Bits angibt, die von den Default-Zugriffsbits abgezogen werden.

Unter Linux wird meistens ein `umask`-Wert von 022 (`---w--w-`) verwendet. Daher bekommen neue Dateien automatisch die Zugriffsbits $666-022=644$ (`rw-r--r--`), neue Programme automatisch die Zugriffsbits $777-022=755$ (`rw-xr-x`).

Die aktuelle Einstellung des `umask`-Werts können Sie mit dem gleichnamigen Kommando feststellen (und auch verändern):

```
michael$ umask  
022
```

Die Defaulteinstellung des umask-Werts erfolgt in den Konfigurationsdateien der jeweiligen Shells. Für die bash (die populärste Linux-Shell) wird umask in `/etc/profile` eingestellt. Wenn einzelne Benutzer eine andere Einstellung möchten, können diese bei den meisten Distributionen in der Datei `~/.bashrc` durchgeführt werden (siehe Seite 891).

Wenn Sie beispielsweise möchten, dass von Ihnen erzeugte Dateien nur von den Gruppenmitgliedern, nicht aber von anderen Benutzern gelesen bzw. ausgeführt werden dürfen, verwenden Sie folgende Einstellung:

```
# in ~/.bashrc  
umask 027
```

Damit bekommen neue Dateien die Zugriffsrechte `rwxr-----`, neue Programme `rwxr-x---`.

HINWEIS

Bei einer einmal erzeugten Datei werden weder der Besitzer noch die Zugriffsbits geändert, wenn sie von einem anderen Benutzer bearbeitet wird. Nur der Besitzer darf die Gruppenzugehörigkeit und Zugriffsbit ändern. Und nur `root` darf den Besitzer einer Datei verändern. (Damit ist es also nicht möglich, dass der Besitzer einer Datei diese einem anderen gleichsam schenkt.)

6.4 Linux-Verzeichnisstruktur, Device-Namen

Linux-Verzeichnisstruktur (Filesystem Hierarchy Standard)

Ein typisches Unix-System besteht aus Tausenden von Dateien. Während der Entwicklung von Unix haben sich bestimmte Regeln herauskristallisiert, in welchen Verzeichnissen welche Dateien normalerweise gespeichert werden. Diese Regeln wurden an die Besonderheiten von Linux angepasst und in einem eigenen Dokument zusammengefasst: dem Filesystem Hierarchy Standard (FHS). Die meisten Linux-Distributionen halten sich bis auf wenige Ausnahmen an diesen Standard.

HINWEIS

Die genaue Spezifikation des FHS – aktuelle Version 2.2 – finden Sie im Internet. (Mit manchen Distributionen wird der Text auch im Rahmen der Dokumentation mitgeliefert.)

<http://www.pathname.com/fhs/>

Die in diesem Abschnitt zusammengefassten Informationen geben eine erste Orientierungshilfe (mehr nicht!). Dabei wurde nicht nur der FHS berücksichtigt, sondern auch die Gepflogenheiten populärer Linux-Distributionen.

Das Dateisystem beginnt mit dem Wurzelverzeichnis. Es enthält im Regelfall nur die Linux-Kernel-Datei sowie die folgenden Verzeichnisse:

/bin

enthält elementare Linux-Kommandos zur Systemverwaltung, die von allen Benutzern (nicht nur von `root` wie bei den Dateien in `/sbin`) ausgeführt werden können. Weitere Programme befinden sich in `/usr/bin`.

/boot

enthält Dateien, die zum Booten des Systems (im Regelfall durch LILO) verwendet werden. Bei manchen Distributionen befindet sich hier auch der Kernel, andere Distributionen verwenden dafür das Verzeichnis `/`.

/dev

enthält alle Device-Dateien. Auf fast alle Hardware-Komponenten – etwa die serielle Schnittstelle oder eine Festplattenpartition – wird über so genannte Device-Dateien zugegriffen (eigentlich sind es keine richtigen Dateien). Mehr Informationen zur Nomenklatur der Device-Dateien finden Sie auf Seite 224.

/etc

enthält Konfigurationsdateien für das ganze System. Die Dateien steuern das Hochfahren des Rechners, die Tastaturbelegung, die Defaulteinstellungen für diverse Linux-Komponenten (etwa für die Netzwerkkonfiguration) und für verschiedene Programme (etwa `emacs`). X-spezifische Konfigurationsdateien sollten sich laut FHS im Unterverzeichnis `/etc/X11` befinden; diese Konvention wird allerdings nicht von allen Distributionen befolgt. Viele Dateien aus `/etc` sind in den Kapiteln zum Thema Konfiguration ab Seite 147 beschrieben. Werfen Sie auch einen Blick in das Stichwortverzeichnis (Buchstabe E)!

/home

enthält die Heimatverzeichnisse aller Linux-Anwender. Das Heimatverzeichnis ist jenes Verzeichnis, in dem sich der Anwender nach dem Einloggen automatisch befindet und auf dessen Dateien er uneingeschränkte Zugriffsrechte hat. (Prinzipiell ist es für den Systemverwalter (`root`) möglich, Heimatverzeichnisse außerhalb von `/home` anzulegen. Das ist aber unüblich. `root` selbst hat sein Heimatverzeichnis in `/root`. Der Grund besteht darin, dass sich die Anwenderheimatverzeichnisse oft auf einer eigenen Partition oder Platte befinden. `root` sollte aber auch dann arbeiten können, wenn diese Partition oder Platte vorübergehend unzugänglich ist.)

/lib

enthält einige gemeinsame Bibliotheken (shared libraries) oder symbolische Links darauf. Die Dateien werden zur Ausführung von Programmen benötigt. `/lib/modules` enthält Kernel-Module, die im laufenden Betrieb dynamisch aktiviert bzw. deaktiviert werden.

/lost+found

ist normalerweise leer. Enthält es doch Dateien, dann handelt es sich um Dateifragmente, die beim Versuch, das Dateisystem zu reparieren (`fsck`), nicht mehr zugeordnet werden konnten. (Mit anderen Worten: Es wurden Sektoren gefunden,

aber es ist unklar, zu welcher Datei der Sektor einmal gehört hat.) Anstatt derartige Dateifragmente einfach zu löschen, kopiert `fsck` diese in das `lost+found`-Verzeichnis. `fsck` wird automatisch während des Systemstarts ausgeführt, wenn Linux nicht ordnungsgemäß beendet wurde (Stromausfall, Absturz etc.) oder wenn das Dateisystem längere Zeit nicht mehr überprüft wurde. Ziel von `fsck` ist es, das Dateisystem wieder in einen klar definierten Zustand zu bringen.

/mnt

enthält Unterverzeichnisse wie `cdrom` oder `floppy`, an deren Stelle externe Dateisysteme eingebunden werden. Auf manchen Systemen erfolgt das Einbinden fremder Systeme auch direkt in einem Wurzelverzeichnis (etwa `/cdrom` statt `/mnt/cdrom`). Das widerspricht zwar den Regeln des FHS, ist dafür aber bequemer (weniger Tippaufwand).

SuSE verwendet seit Version 7.2 statt `/mnt` das Verzeichnis `/media`.

/opt

enthält Zusatzpakete, die nachträglich installiert werden können. Auf manchen Systemen werden hierin Office-Pakete und andere kommerzielle Programme installiert. (Ein zweiter möglicher Ort für solche Programme ist `/usr/local`.)

/proc

enthält Unterverzeichnisse für alle laufenden Prozesse. Es handelt sich hierbei nicht um echte Dateien! Das `/proc`-Verzeichnis spiegelt lediglich die Linux-interne Verwaltung der Prozesse wider (siehe Seite 312).

/root

enthält die Dateien des Benutzers `root` (also des Systemadministrators).

/sbin

enthält Kommandos zur Systemverwaltung. Ein gemeinsames Merkmal aller darin gespeicherten Programme ist, dass sie nur von `root` ausgeführt werden dürfen.

/share

enthält manchmal architekturunabhängige Dateien (also Dateien, die unabhängig vom Prozessor sind). Der korrekte Ort ist eigentlich `/usr/share`.

/tmp

enthält temporäre Dateien. Oft werden temporäre Dateien aber auch in `/var/tmp` gespeichert.

/usr

stellt das für den typischen Anwender wichtigste Verzeichnis dar. Es enthält alle Anwendungsprogramme, das komplette X-System, die Quellcodes zu Linux etc. Idealerweise sollten sich im `/usr`-Verzeichnis nur statische (nicht veränderliche) Daten befinden. Die Trennung zwischen statischen und veränderlichen Daten ist dann von großer Bedeutung, wenn Linux direkt von einer CD-ROM (read-only!) laufen soll: Dann befinden sich auf der CD-ROM die statischen Daten und im `/var`-Verzeichnis alle dazugehörigen variablen Dateien. Ebenso sollte es möglich sein, das `/usr`-Verzeichnis in einer eigenen Partition read-only in das Dateisystem einzubinden.

Das bietet den Vorteil der größeren Sicherheit (und den Nachteil der umständlicheren Wartung).

/var

enthält veränderliche Dateien. Wichtige Unterverzeichnisse sind `adm` (distributionsabhängige Administrationsdateien), `lock` (Locking-Dateien zum Zugriffsschutz auf Devices), `log` (Logging-Dateien), `mail` (E-Mail-Dateien, oft auch in `spool/mail`) und `spool` (zwischengespeicherte Druckdateien, News-Dateien etc.).

Die grundsätzliche Struktur der Verzeichnisse auf Wurzelebene ist also recht gut zu verstehen. Die Probleme beginnen erst mit der Unterteilung von `/usr` und `/var` in zahllose Unterverzeichnisse. Prinzipiell werden dabei viele Verzeichnisse gleich benannt wie in der Wurzel-Ebene – etwa `bin` für ausführbare Programme.

Dabei tritt das Problem auf, dass es mehrere Gruppen ausführbarer Programme gibt: textorientierte Kommandos, X-Programme etc. Dementsprechend viele Möglichkeiten bestehen, diese Programme zu verstecken. Aus historischen Gründen werden durch Links oft mehrere parallele Pfade verwaltet. So führt `/usr/bin/X11` zu denselben Programmen wie `/usr/X11R6/bin` (und beide Pfade sind logisch bzw. historisch begründbar).

Eine vollständige Beschreibung der Verzeichnisstruktur ist von vornherein ausgeschlossen (zumal sie sich bei neuen Versionen ohnedies wieder ändern kann). Dieser Abschnitt endet deswegen mit einer kurzen Beschreibung der Unterverzeichnisse von `/usr`:

/usr-Verzeichnisse

<code>/usr/X11</code>	Link auf <code>/usr/X11R6</code>
<code>/usr/X11R6</code>	X
<code>/usr/bin</code>	ausführbare Programme
<code>/usr/dict</code>	Wörterbücher und verwandte Daten; eventuell Link auf <code>/usr/share/dict</code>
<code>/usr/doc</code>	Online-Dokumentation, FAQ (frequently asked questions)
<code>/usr/games</code>	Spiele; evtl. Link auf <code>/usr/share/games</code>
<code>/usr/include</code>	C-Include-Dateien
<code>/usr/info</code>	Online-Dokumentation für <code>info</code> ; evtl. Link auf <code>/usr/share/games</code>
<code>/usr/lib</code>	diverse Libraries, außerdem zahllose Unterverzeichnisse für C-Compiler, diverse andere Programmiersprachen, große Programmpakete wie <code>emacs</code> oder <code>L^AT_EX</code> etc.
<code>/usr/local</code>	Anwendungen und Dateien, die nicht unmittelbar zur Linux-Distribution gehören oder später installiert wurden
<code>/usr/man</code>	Online-Dokumentation für <code>man</code> ; evtl. Link auf <code>/usr/share/games</code>

/usr-Verzeichnisse (Fortsetzung)

<code>/usr/sbin</code>	nur von root ausführbare Programme
<code>/usr/share</code>	architekturunabhängige Daten (z. B. Emacs-Lisp-Dateien, ghostscript-Zeichensätze etc.)
<code>/usr/spool</code>	Link auf <code>/var/spool</code> (Spool-Dateien für den Ausdruck)
<code>/usr/src</code>	Quellcode zu Linux (und evtl. zu anderen Programmen)
<code>/usr/tmp</code>	Link auf <code>/var/tmp</code> (temporäre Dateien)

Devices

Im Linux-Dateisystem werden nicht nur Dateien und Verzeichnisse verwaltet, sondern auch so genannte Devices. Dabei handelt es sich um speziell gekennzeichnete Dateien, in denen keine Daten gespeichert werden, sondern die vielmehr eine Verbindung zum Linux-Kernel herstellen.

Devices ermöglichen den Zugriff auf viele Hardware-Komponenten des Rechners, also etwa auf Festplatten, Diskettenlaufwerke, serielle und parallele Schnittstellen, den Arbeitsspeicher (RAM) etc. Devices sind durch drei Informationen charakterisiert: die Major Device Number, die Minor Device Number und den Typ des Zugriffs (block- oder zeichenorientiert).

HINWEIS

Genau genommen ist das hier beschriebene System der Device-Dateien seit Kernel 2.4 obsolet. Das Konzept der Device-Dateien hat sich als inflexibel und schwer erweiterungsfähig erwiesen. Deswegen steht seit Kernel 2.4 als Alternative das `devfs`-Dateisystem zur Verfügung (siehe auch Seite 227).

Allerdings verwenden die meisten großen Distributionen weiterhin die eigentlich altmodischen Device-Dateien so, wie sie hier beschrieben sind. Eine Umstellung auf das `devfs`-System würde vermutlich zu vielen Inkompatibilitäten führen, weswegen viele Distributoren bis jetzt vor diesem Schritt zurückschrecken. Einige Informationen zu `devfs` finden Sie im nächsten Abschnitt.

Dazu einige Erläuterungen: Die Major Device Number gibt an, welcher Treiber des Linux-Kernels für die Verwaltung zuständig ist. Zur Zeit existieren viele verschiedene Treiber, die in der Datei `/usr/src/linux/Documentation/devices.txt` aufgelistet sind. Bei vielen Treibern kann durch die Minor Device Number zwischen verschiedenen (verwandten) Einzelgeräten unterschieden werden, etwa beim Treiber für Diskettenlaufwerke zwischen Laufwerken unterschiedlichen Typs ($3\frac{1}{2}$ oder $5\frac{1}{4}$ Zoll, DD oder HD etc.), beim Treiber für Festplatten zwischen unterschiedlichen Partitionen etc. Der Zugriffstyp gibt an, ob die Geräte gepuffert sind (das ist bei allen blockorientierten Geräten wie Festplatten etc. der Fall) oder nicht (zeichenorientierte Geräte wie serielle oder parallele Schnittstelle).

Wenn Sie mit `ls -l` das Inhaltsverzeichnis von `/dev` betrachten, werden statt der Dateigröße die Device-Nummern (major und minor) ausgegeben. Das erste Zeichen der Zugriffsbits lautet `b` oder `c` (block- oder zeichenorientiert). Neue Device-Dateien können mit dem Kommando `mknod` eingerichtet werden (siehe Seite 953).

Linux-intern befinden sich im `/dev`-Verzeichnis nur so genannte I-Nodes (das sind die kleinsten Verwaltungseinheiten eines Dateisystems), aber keine richtigen Dateien. Manche Device-Dateien sind in Form von Links realisiert. So zeigt `/dev/mouse` auf die Device-Datei, die für die Schnittstelle zuständig ist, an der die Maus tatsächlich angeschlossen ist (häufig die erste serielle Schnittstelle oder `psaux` bei PS/2-Mäusen). Die folgende Liste gibt einen Überblick über die wichtigsten Device-Namen:

/dev/xxx-Namen

<code>/dev/*bm</code>	diverse alte Bus-Mäuse
<code>/dev/*cd*</code>	alte CD-ROM-Laufwerke (Mitsumi, Sony ...)
<code>/dev/cdrom</code>	Link auf das CD-ROM-Device
<code>/dev/cdrecorder</code>	Link auf das CD-R-Device (nur bei SuSE)
<code>/dev/console</code>	das gerade aktive virtuelle Terminal
<code>/dev/dri/*</code>	Direct Rendering Infrastructure (3D-Grafik mit XFree86 4.n)
<code>/dev/dsp*</code>	Zugang zur Sound-Karte (Digital Sampling Device)
<code>/dev/fb*</code>	Frame Buffer (Grafikkarte)
<code>/dev/fd*</code>	Diskettenlaufwerke
<code>/dev/ftape*</code>	Link auf Floppy-Streamer ohne Rückspulen
<code>/dev/hd*</code>	IDE-Laufwerke (Festplatten, CD- und DVD-Laufwerke)
<code>/dev/ht*</code>	IDE-Streamer mit automatischem Rückspulen
<code>/dev/input/*</code>	Maus und Joystick ab Kernel 2.4
<code>/dev/js*</code>	Joystick
<code>/dev/kbd</code>	Tastatur (PS/2)
<code>/dev/kmem</code>	Speicher (RAM) im Core-Format (für Debugger)
<code>/dev/lp*</code>	parallele Schnittstellen für Drucker etc.
<code>/dev/md*</code>	Meta-Devices (RAID etc.)
<code>/dev/mem</code>	Speicher (RAM)
<code>/dev/mixer*</code>	Zugang zur Sound-Karte
<code>/dev/modem</code>	Defaultschnittstelle für Modem (Link)
<code>/dev/mouse</code>	Defaultschnittstelle für Maus (Link)
<code>/dev/psaux</code>	PS/2-Maus
<code>/dev/nftape*</code>	Link auf Floppy-Streamer mit Rückspulen
<code>/dev/nrft*</code>	Floppy-Streamer mit Rückspulen
<code>/dev/nht*</code>	IDE-Streamer ohne automatisches Rückspulen
<code>/dev/nst*</code>	SCSI-Streamer ohne automatisches Rückspulen
<code>/dev/port</code>	IO-Ports
<code>/dev/pts/*</code>	virtuelle Terminals gemäß Unix 98
<code>/dev/ptyp*</code>	virtuelle Terminals unter X (Master)
<code>/dev/ram</code>	RAM-Disk

/dev/xxx-Namen (Fortsetzung)

/dev/raw1394	direkter Zugriff auf Firewire-Geräte
/dev/rft*	Floppy-Streamer ohne Rückspulen
/dev/rmt*	Streamer ohne SCSI
/dev/sd*	SCSI-Laufwerke
/dev/scd*	SCSI-CD-ROM-Laufwerke
/dev/shm	POSIX Shared Memory
/dev/snd	ALSA-Sound (Link auf <code>/proc/asound/dev</code>)
/dev/st*	SCSI-Streamer mit automatischem Rückspulen
/dev/tape*	Default-Streamer
/dev/tty*	virtuelle Terminals im Textmodus
/dev/ttyp*	virtuelle Terminals unter X (Slave)
/dev/ttyS*	serielle Schnittstellen (Modem, Maus etc.)
/dev/usb/*	USB-Geräte (siehe auch <code>/proc/bus/usb</code>)

VERWEIS

Eine genaue Erklärung der Nummerierung von `hd`- und `sd`-Devices (für IDE-Geräte und SCSI-Festplatten) finden Sie auf Seite 70. Die Device-Namen anderer SCSI-Geräte sind auf Seite 382 zusammengefasst. Tipps zum Umgang mit USB-Geräten finden Sie auf Seite 460. Informationen zur Nummerierung der `fd`-Devices (Diskettenlaufwerke) finden Sie auf Seite 935 bei der Beschreibung des `fdformat`-Kommandos.

Einige Device-Dateien haben eine besondere Funktion: So dient `/dev/null` als 'schwarzes Loch', an das Daten gesendet werden können, die dort für immer verschwinden (etwa zur Umleitung von Kommandoausgaben, die nicht angezeigt werden sollen). `/dev/zero` ist eine unerschöpfliche Quelle von 0-Bytes, die manchmal dazu verwendet wird, Dateien bis zu einer vorgegebenen Größe mit Nullen zu füllen.

TIPP

Wenn Sie auf bestimmte Devices nur als `root` zugreifen können, dann liegt das möglicherweise daran, dass nur `root` Schreiberlaubnis für das jeweilige Device hat. Um auch anderen Benutzern Zugriff auf diese Devices zu ermöglichen, können Sie den Benutzer in `/etc/group` in jener Gruppe anführen, der das Device gehört (kann mit `ls -l /dev/...` festgestellt werden). Auf Single-User-Systemen können Sie auch mit `chmod a+rw device` den Zugriff liberalisieren – Sie öffnen damit aber auch eine Sicherheitslücke!

In älteren Linux-Systemen wurden serielle Schnittstellen über die Device-Dateien `/dev/cua*` angesprochen. Ab der Kernel-Version 2.2 gibt es diese Devices nicht mehr, es muss die (schon länger alternativ zur Verfügung stehende) Device-Bezeichnung `ttys*` verwendet werden.

Eine vollständige Beschreibung aller unter Linux zurzeit definierten Devices samt der dazugehörigen Device-Nummern finden Sie in der Datei `/usr/src/linux/Documentation/devices.txt` (nur wenn der Kernel-Code installiert ist).

Device-Dateisystem (devfsd)

Im vorigen Abschnitt wurde bereits erwähnt, dass es nicht besonders raffiniert ist, in `/dev` mehrere Tausend Device-Dateien gleichsam auf Verdacht im Voraus zu erstellen. Im tatsächlichen Betrieb werden dann höchstens ein paar Hundert Devices benötigt (aber natürlich je nach Hard- und Software bei jedem Linux-System andere). Der Kernel 2.4 sieht zur Lösung dieses Problems ein neues, virtuelles Dateisystem vor, das am Ort `/dev` in den Verzeichnisbaum eingebunden wird und das die benötigten Device-Dateien bei Bedarf dynamisch erzeugt.

Mandrake 8.1 war eine der ersten großen Distributionen, in der dieses `devfs`-Dateisystem tatsächlich eingesetzt wird. Die folgenden Informationen basieren daher in erster Linie auf der Mandrake-Implementierung dieses Systems. Es ist nicht auszuschließen, dass andere Distributionen andere Wege beschreiten werden.

Ob das `devfs`-System aktiv ist, erkennen Sie am einfachsten daran, dass die Datei `/dev/.devfsd` existiert. Sie können auch mit `ps ax` überprüfen, ob das Programm `devfsd` läuft.

VERWEIS

Weitere Informationen zum `devfs`-Dateisystem finden Sie unter:

```
/usr/src/linux/Documentation/filesystems/devfs/*  
http://www.atnf.csiro.au/~rgooch/linux/docs/devfs.html  
man devfsd
```

devfsd: Das `devfs`-Dateisystem wird vom Dämon `devfsd` verwaltet. Dieses Programm wird während des Init-V-Prozesses durch das Script `/etc/rc.d/rc.sysinit` gestartet.

`devfsd` ist unter anderem dafür verantwortlich, eine möglichst große Kompatibilität zum alten, statischen Device-System herzustellen. Das Programm kann je nach Konfiguration auch Änderungen im `dev`-Dateisystem (z. B. eine manuelle Änderung von Zugriffsrechten) registrieren, speichern und beim nächsten Rechnerstart automatisch berücksichtigen. Die Änderungen werden in `/dev-state` oder (bei Mandrake) in `/lib/dev-state` gespeichert.

Konfiguration: `devfsd` wird in erster Linie durch `/etc/devfsd.conf` gesteuert. Diese Datei bestimmt neben dem Grad der Kompatibilität zum alten Device-System auch, ob beim Zugriff auf Device-Dateien automatisch die entsprechenden Module geladen werden sollen, sowie den Ort, wo Änderungen an Device-Dateien gespeichert werden, etc. Die Einstellungen sind zum Teil distributionsspezifisch und sollten normalerweise nicht verändert werden.

Beim Zugriff auf manche Devices sollen meistens automatisch die dazu passenden Kernel-Module geladen werden. Wenn diese Option in `devfsd.conf` aktiviert ist, dann bestimmt `/etc/modules.devfs` die Zuordnung zwischen Device-Namen und Modulen. `/etc/modules.devfs` ist insbesondere dann wichtig, wenn einzelne Programme bereits die neuen Device-Namen benutzen.

LILO/GRUB: Der Linux-Kernel kann so kompiliert sein, dass das `devfs`-System beim Start nicht automatisch aktiviert wird. Wenn das der Fall ist, erreichen Sie durch die zusätzliche Kernel-Option `devfs=mount`, dass die `devfs`-Funktionen aktiviert werden. Diese Option muss bei LILO mit `append`, bei GRUB als Teil der `kernel`-Zeile angegeben werden:

```
# in /etc/lilo.conf
...
image=/boot/vmlinuz
...
append="devfs=mount ..."
```

Neue Device-Namen: Aus Kompatibilitätsgründen gelten die in der folgenden Tabelle 225 beschriebenen Device-Namen auch bei der Verwendung des `devfs`-Dateisystems. Gleichzeitig versucht das `devfs`-System aber, Ordnung in den Wildwuchs der Device-Dateien zu bringen. Aus diesem Grund können die meisten Devices auch mit neuen Namen angesprochen werden.

Die folgende Tabelle zählt keine Device-Dateien auf, sondern gibt nur einen Überblick über die wichtigsten neuen *Verzeichnisse*, die zur Organisation der neuen Device-Dateien dienen. Innerhalb dieser Verzeichnisse haben die Dateien oft nur noch Nummern (0, 1 etc.).

Neue /dev-Verzeichnisse (devfs)

/dev/cdroms/	alle CD-Laufwerke (IDE und SCSI)
/dev/cpu/	Prozessoren
/dev/discs/	alle Festplatten (IDE und SCSI)
/dev/dri/	Direct Rendering Interface (XFree86)
/dev/fb/	Frame Buffer (Grafikkarte)
/dev/floppy/	Diskettenlaufwerke
/dev/ide/	IDE-Geräte
/dev/ide/cd/	IDE-CD-Laufwerke
/dev/ide/hd/	IDE-Festplatten
/dev/ide/host*/	IDE-Adapter
/dev/loop/	Loopback-Devices
/dev/md/	Meta-Devices (RAID etc.)
/dev/misc/	sonstiges
/dev/printers/	Drucker
/dev/pts/	virtuelle Terminals gemäß Unix 98
/dev/pty/	virtuelle Terminals unter X (Master)
/dev/rd/	RAM-Disks
/dev/scsi/	SCSI-Geräte
/dev/scsi/cd/	SCSI-CD-Laufwerke
/dev/scsi/hd/	SCSI-Festplatten
/dev/scsi/host*	SCSI-Adapter

Neue /dev-Verzeichnisse (devfs, Fortsetzung)

/dev/shm	POSIX Shared Memory
/dev/sound	Sound- und Audio-Geräte
/dev/tapes	Streamer
/dev/tts	virtuelle Terminals
/dev/usb	USB-Geräte

6.5 Dateitypen (MIME)

Sie klicken in einem Webbrowser oder Dateimanager auf einen Link, der auf eine MP3-Datei verweist – und anstatt automatisch einen MP3-Player zu starten, passiert nichts! Schuld daran ist in den meisten Fällen MIME.

MIME steht eigentlich für *Multipurpose Internet Mail Extensions*. Ursprünglich bezog sich MIME auf E-Mail-Attachments. Wenn mit einer E-Mail beispielsweise eine PostScript- oder GIF-Datei mitgesandt wird, dann sollte der E-Mail-Client wissen, mit welchem Programm diese Datei betrachtet bzw. bearbeitet werden kann. Damit das funktioniert, ist die MIME-Konfiguration erforderlich.

Mittlerweile reicht die Anwendung von MIME aber viel weiter: Wenn Sie im Dateimanager oder Webbrowser einen Link auf eine Datendatei verfolgen, sollte auch dieses Programm wissen, wie es mit diesen Daten umgehen soll. Die Bedeutung einer korrekten MIME-Konfiguration erstreckt sich also nicht nur auf E-Mails, sondern auf alle Programme, die mit unterschiedlichen Datentypen zurechtkommen müssen.

Linux wäre nicht Linux (oder Unix), wenn es einen zentralen Ort für die MIME-Konfiguration gäbe. Stattdessen gibt es (zumindest) drei: einen für KDE-Programme, einen für Gnome-Programme und einen für alle anderen Programme. (Und je nachdem, welchen Webbrowser Sie verwenden, zeichnet sich auch dieser durch separate MIME-Konfigurationseinstellungen aus.) Sie werden denken: Typisch! Warum einfach, wenn es auch kompliziert geht!

Die Aufteilung der MIME-Konfiguration auf mehrere Orte hat aber durchaus ihre Gründe. Sowohl KDE als auch Gnome entwickeln sich zu einem Komponentenkonzept, in dem (auf der Basis objektorientierter Bibliotheken) Komponenten zur Bearbeitung verschiedener Datentypen eingesetzt werden. Wenn im KDE-Dateimanager eine PNG-Bilddatei angezeigt werden soll, wird einfach die entsprechende Komponente geladen und ausgeführt.

Da die KDE- und Gnome-Bibliotheken zueinander weitgehend inkompatibel sind (aber dennoch auf vielen Rechnern sowohl KDE- als auch Gnome-Programme installiert sind), wäre es fatal, wenn der KDE-Dateimanager versuchen würde, eine Gnome-Komponente auszuführen (oder umgekehrt). Um das zu vermeiden, verwenden KDE und Gnome jeweils ihre eigene MIME-Datenbank. (Übrigens ist für zukünftige KDE- und Gnome-

Versionen – eventuell KDE 3.0 und Gnome 2.0 – geplant, die MIME-Verwaltung besser zu synchronisieren. Ob das wirklich gelingt, bleibt aber noch abzuwarten.)

Bei allen drei Varianten – also allgemein/KDE/Gnome muss darüber hinaus zwischen der globalen Konfiguration (die Defaulteinstellung für alle Anwender) und der individuellen Konfiguration (benutzerspezifische Einstellungen) unterschieden werden. Das bedeutet also, dass die MIME-Einstellungen auf zahlreiche Orte verteilt sind.

VERWEIS

Je nachdem, welches System Ihre Distribution zum Drucken von Dateien verwendet, gibt es auch hierfür eine eigene MIME-Konfiguration. Die ist erforderlich, damit die richtigen Programme (Filter) zur Umwandlung der Druckdatei in das PostScript-Format verwendet werden. Wenn Sie also `lpr test.png` ausführen, muss das für den Ausdruck zuständige Programm erkennen, dass es sich um eine Grafikdatei handelt, und diese entsprechend behandeln. Beispielsweise erfolgt die MIME-Konfiguration für das Druckersystem CUPS in den Dateien `/etc/cups/mime.*` (siehe Seite 424).

Allgemeine MIME-Konfiguration

Die allgemeinen MIME-Konfigurationsdateien werden von manchen Webbrowsern ausgewertet, beispielsweise von Netscape. (Andere Browser wie Konqueror oder Nautilus, die KDE oder Gnome zuzuordnen sind, verwenden in der Regel die Desktop-spezifischen MIME-Einstellungen.)

Die Einstellungen für die allgemeine MIME-Konfiguration sind auf jeweils zwei Dateien verteilt:

<code>/etc/mime.types</code>	global: Dateitypen
<code>/etc/mailcap</code>	global: Programme
<code>~/mime.types</code>	lokal: Dateitypen
<code>~/mailcap</code>	lokal: Programme

`mime.types` enthält eine Liste, die die Zuordnung zwischen Dateitypen (erste Spalte) und Dateikennungen (alle weiteren Spalten) herstellt. Die erste Beispielzeile ordnet dem Typ `'image/png'` die Kennung `*.png` zu. Die zweite Zeile ordnet dem Typ `'image/jpeg'` die Kennungen `*.jpeg`, `*.jpg` und `*.jpe` zu. In `mime.types` wird zum Teil zwischen Text- und X-Applikationen unterschieden, weswegen Sie Dateitypen wie `'application/x-gtar'` finden werden.

```
# in /etc/mime.types
image/png          png
image/jpeg         jpeg jpg jpe
```

`mailcap` gibt an, welches Programm zur Anzeige bzw. Bearbeitung eines bestimmten Dateityps verwendet werden soll. Die folgende Zeile besagt, dass zur Anzeige aller `'image/*'`-Typen das Programm `xv` verwendet werden soll. Im Gegensatz zu `mime.types` müssen die Spalten in `mailcap` durch Semikola getrennt werden. `%s` ist ein Platzhalter für den Dateinamen.

```
# in /etc/mailcap
image/*;                xv %s
```

Netscape 4.*n* besitzt einen eigenen Dialog zur Veränderung der MIME-Einstellungen (BEARBEITEN|EINSTELLUNGEN|NAVIGATOR|PROGRAMME). Eine Veränderung der Netscape-MIME-Einstellungen wird am Ende der lokalen MIME-Konfigurationsdateien gespeichert. Netscape verwendet dabei eine eigene Syntax. Die folgenden Zeilen geben ein Beispiel:

```
--Netscape Communications Corporation MIME Information
#Do not delete the above line. It is used to identify the file type.
#mime types added by Netscape Helper
type=application/postscript \
    desc="Postscript Document" \
    exts="ai,eps,ps"
```

Soweit es Plug-Ins betrifft, speichert Netscape 4.*n* MIME-Einstellungen auch in `~/.netscape/preferences.js` und in `./plugin-list`.

KDE-MIME

In KDE 2 werden MIME-Informationen in `*.desktop`-Dateien im Unicode-Format (UTF8) gespeichert. (KDE 1 hat stattdessen `*.kdelnk`-Dateien verwendet, das Konzept war aber dasselbe.) (`kdedir`) bezeichnet das KDE-Installationsverzeichnis (`/usr` bei Mandrake und Red Hat, `/opt/kde` bei SuSE).

<code>(kdedir)/share/mimelnk</code>	globale KDE-MIME-Dateitypen
<code>/etc/opt/share/mimelnk</code>	zusätzliche KDE-MIME-Dateitypen SuSE
<code>~/.kde[2]/share/mimelnk</code>	lokale KDE-MIME-Dateitypen
<code>(kdedir)/share/applnk</code>	globale KDE-MIME-Anwendungen
<code>(kdedir)/share/applnk-mdk</code>	zusätzliche KDE-MIME-Anwendungen Mandrake
<code>/etc/opt/share/applnk</code>	zusätzliche KDE-MIME-Anwendungen SuSE
<code>~/.kde[2]/share/applnk</code>	lokale KDE-MIME-Anwendungen

Die folgende `mimelnk`-Datei definiert den MIME-Typ für `*.mp3`-Dateien. Der Aufbau der Datei ist selbsterklärend:

```
# share/mimelnk/audio/x-mp3.kdelnk
# KDE Config File
[KDE Desktop Entry]
Type=MimeType
MimeType=audio/x-mp3
Icon=sound
Patterns=*.mp3;*.MP3;
Comment=MPEG layer 3 audio
Comment[de]=MPEG-komprimierte Musikdatei
Comment[fr]=Fichier son au format MP3
# ... Beschreibungen in vielen weiteren Sprachen
```

Die dazugehörige Applikationsdatei für das mit KDE 2.1 mitgelieferte Programm `noatun` sieht folgendermaßen aus:

```
# share/applnk/Multimedia/noatun.desktop
[KDE Desktop Entry]
Exec=noatun %i %m -caption "%c" %U
Icon=noatun
MapNotify=true
Type=Application
DocPath=noatun/index.html
MimeType=audio/x-mp3;audio/x-ogg;audio/x-mp2;video/mpeg;\
        audio/x-mpegurl;audio/x-wav
Terminal=0
InitialPreference=3
Name=KDE Media Player
Name[de]=KDE-Medien-Abspieler
Name[fr]=Lecteur multimedia
Comment=The KDE Multimedia Player
Comment[de]=Das Multimedia-Abspielprogramm von KDE
Comment[fr]=Le lecteur multimedia de KDE
# ... Beschreibungen in vielen weiteren Sprachen
```

Die Liste der MIME-Dateitypen kann im KDE-Kontrollzentrum angesehen und verändert werden (DATEIEN|DATEIZUORDNUNGEN, siehe Abbildung 6.2).

Wenn Sie in Konqueror eine entsprechende Datei anklicken, wird das passende Programm gestartet. Falls es zu einem MIME-Datentyp mehrere passende Anwendungen gibt, gilt das erste in Abbildung 6.2 angezeigte Programm als Defaultprogramm. Um die Datei mit einem der anderen Programme zu öffnen, klicken Sie die Datei mit der rechten Maustaste an und klicken den Menüpunkt **ÖFFNEN MIT** an. Die Reihenfolge der Programme kann im KDE-Kontrollzentrum oder ebenfalls mit der rechten Maustaste (**DATEITYPEN BEARBEITEN**) verändert werden und wird dann in `~/.kde[2]/share/config/profilerc` gespeichert.

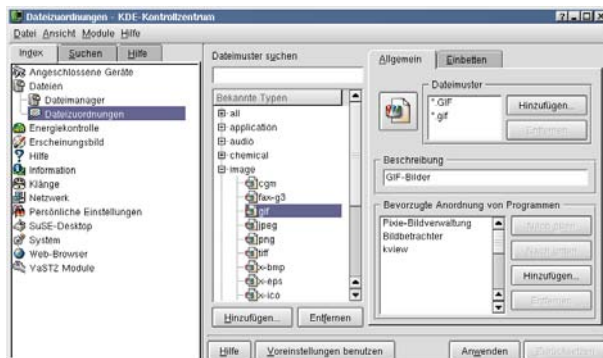


Abbildung 6.2: MIME-Konfiguration in KDE

Gnome-MIME

Auch bei Gnome erfolgt die Definition der Dateitypen und der dazugehörenden Anwendungsprogramme in getrennten Dateien. Die Definitionen gelten auch für Nautilus.

Die folgenden Datei- und Verzeichnisnamen gelten für Gnome 1.4. (`gnmdir`) bezeichnet das Gnome-Installationsverzeichnis (`/usr` bei Mandrake und Red Hat, `/opt/gnome` bei SuSE):

<code>(gnmdir)/share/mime-info/gnome-vfs.mime</code>	globale MIME-Dateitypen
<code>(gnmdir)/share/mime-info/*.mime</code>	Ergänzungen
<code>~/.gnome/mime-info/user.mime</code>	lokale Einstellungen
<code>(gnmdir)/share/mime-info/gnome-vfs.keys</code>	globale MIME-Anwendungen
<code>(gnmdir)/share/mime-info/*.keys</code>	Ergänzungen
<code>~/.gnome/mime-info/user.keys</code>	lokale Einstellungen

In den Dateien `gnome-vfs.mime` und `gnome-vfs.keys` sind die wichtigsten Endungen und Programme aufgezählt. Die `*.mime` und `*.keys`-Ergänzungsdateien werden bei der Installation zusätzlicher Programme einfach in das `mime-info`-Verzeichnis kopiert und ermöglichen so eine unkomplizierte Erweiterung.

In den `*.keys`-Dateien können pro Dateityp mehrere Anwendungsprogramme angegeben werden, wobei sogar zwischen unterschiedlichen (Nautilus-)Benutzerprofilen unterschieden wird. Die folgenden Zeilen zeigen zueinander passende Ausschnitte aus einer `*.mime`- und einer `*.keys`-Datei:

```
# gnome-vfs.mime
application/postscript
  ext: ps eps
...

# gnome-vfs.keys
application/postscript
  description=PostScript document
  [de]description=PostScript-Dokument
  [fr]description=Document PostScript
  icon_filename=gnome-application-postscript.png
  default_action_type=application
  short_list_application_ids_for_novice_user_level=ggv,gv,ghostview
  short_list_application_ids_for_intermediate_user_level=ggv,gv,ghostview
  short_list_application_ids_for_advanced_user_level=ggv,gv,ghostview
```

Die Konfiguration der MIME-Typen erfolgt über das Gnome-Kontrollzentrum im Dialog DOCUMENT HANDLERS|FILE TYPES AND PROGRAMS (siehe Abbildung 6.3).

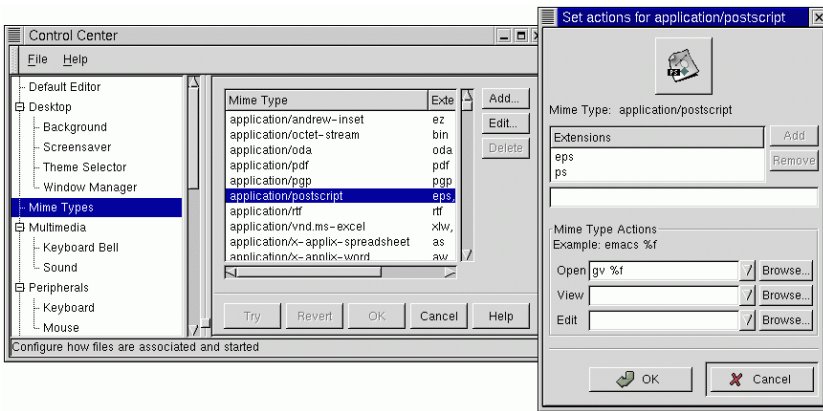


Abbildung 6.3: MIME-Konfiguration in Gnome

HINWEIS

Die hier beschriebenen MIME-Einstellungen gelten nur teilweise für den alten Gnome-Dateimanager gmc. Insbesondere liest gmc die globalen MIME-Einstellungen aus den Dateien `gnome.mime` und `gnome.keys`. (gmc wird bei manchen Distributionen noch immer mitgeliefert, obwohl dieses Programm eigentlich von Nautilus abgelöst wurde.)

Magic-Dateien zur Erkennung des Dateityps

MIME ist für die Zuordnung zwischen dem Dateityp und den dazu passenden Programmen zuständig. Aber wie wird der Dateityp überhaupt festgestellt? Der Normalfall besteht darin, dass die Dateikennung den Dateityp angibt. (Die Dateikennung `*.ps` deutet also beispielsweise auf eine PostScript-Datei hin.)

Bei Dateien ohne Kennung versuchen das Programm `file` bzw. entsprechende KDE- oder Gnome-Äquivalente, den Dateityp aus dem Inhalt der ersten Bytes bzw. aus in der Datei enthaltenen charakteristischen Zeichenketten zu erkennen. Das Erkennungsverfahren basiert auf einer so genannten Magic-Datei, die Informationen darüber enthält, welche Byte- und Zeichenmuster eine Datei enthalten kann.

Wie nicht anders zu erwarten, gibt es auch für die Magic-Dateien unterschiedliche Orte:

<code>/usr/share/misc/magic</code>	allgemeine Magic-Datei
<code>/etc/magic</code>	evt. Link auf <code>/usr/share/misc/magic</code>
<code>(kdedir)/share/mimelnk/magic</code>	KDE-Magic-Datei
<code>/etc/gnome-vfs-mime-magic</code>	Gnome-Magic-Datei (Mandrake)
<code>/etc/opt/gnome/gnome-vfs-mime-magic</code>	Gnome-Magic-Datei (SuSE)

6.6 Dateisystemtypen

Bis jetzt wurde stillschweigend vorausgesetzt, dass sich alle Dateien und Verzeichnisse in einem ext2-Dateisystem befinden. ext2 ist das zurzeit populärste Dateisystem unter Linux. Sobald Sie diesen Abschnitt gelesen haben, wird Ihnen aber klar sein, dass Linux unzählige weitere Dateisysteme kennt. Der Umgang mit einigen dieser Dateisysteme wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels beschrieben.

Linux-Dateisysteme

Mit 'Linux-Dateisystemen' sind Dateisystemtypen gemeint, in denen ein laufendes Linux-System seine eigene Dateien und Verzeichnisse speichert. Im Alltagsbetrieb werden Sie gar nicht bemerken, mit welchem Dateisystem Sie arbeiten. Elementare Kommandos wie `ls` oder `cp`, die Verwaltung der Zugriffsrechte etc. – all das funktioniert unabhängig vom Dateisystem. (Welchen bzw. welche Dateisystemtypen Sie zurzeit verwenden, können Sie übrigens ganz leicht mit dem Kommando `df -T` feststellen.)

Die Dateisysteme unterscheiden sich durch Merkmale, die überwiegend für fortgeschrittene Anwender bzw. für den Server-Einsatz interessant sind: Geschwindigkeit beim Umgang mit sehr großen oder mit sehr vielen eher kleinen Dateien, CPU-Belastung, Journaling-Funktion (Verhalten nach einem Absturz), Quota-Funktion (die Möglichkeit, den maximalen Speicherverbrauch pro Benutzer einzuschränken), NFS-Kompatibilität, Verwaltungs-Overhead, Unterstützung zusätzlicher Zugriffsrechte (ACL) etc. Insofern gibt es also kein Dateisystem, das einfach das beste ist – die Wertung hängt vom Verwendungszweck ab. Für Standardanwendungen ist ext2 sicherlich optimal.

- **ext2:** Das zurzeit übliche Linux-eigene Dateisystem heißt ext2 (extended filesystem, Version 2). Es ist außerordentlich stabil und sicher. Mit Kernel 2.4 und der glibc-Bibliothek 2.2 ist es nun auch auf Rechnern mit 32-Bit-CPU's möglich, Dateien zu erzeugen, die größer als 2 GByte sind. (Das ext2-Dateisystem konnte das schon immer, aber bis Kernel 2.2 nur in Kombination mit 64-Bit-CPU's.) Weitere Details zu diesem Dateisystem finden Sie in Abschnitt 6.9 ab Seite 262.
- **ext3:** Das ext3-Dateisystem wird wahrscheinlich demnächst die Nachfolge des ext2-Dateisystems antreten. Es ist zu diesem weitgehend kompatibel, unterstützt aber zusätzlich so genannte Journaling-Funktionen. Das bedeutet, dass es nach einem Rechnerabsturz sehr schnell und ohne eine aufwändige Überprüfung des gesamten Dateisystems wieder benutzt werden kann. Als diese Zeilen geschrieben wurden, stand ext3 aber erst in einer Betafunktion zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie ab Seite 268.
- **reiserfs:** Das Reiser-Dateisystem, dessen Name sich von seinem Initiator Hans Reiser ableitet, ist seit Version 2.4.1 offizieller Bestandteil der Kernels und steht damit unter allen neueren Distributionen zur Verfügung. Gegenüber ext2 bietet das Reiser-Dateisystem eine höhere Geschwindigkeit vor allem beim Umgang mit vielen kleinen Dateien und die bei ext3 schon kurz beschriebenen Journaling-Funktionen. Der Umstand, dass dank des Journaling das Dateisystem auch nach einem Absturz so-

fort wieder verwendet werden kann, macht das reiserfs-Dateisystem vor allem für (Kernel-)Entwickler interessant. Tipps zur Verwendung eines Reiserfs-Dateisystems gibt Abschnitt 6.11 ab Seite 271.

- **xfs:** xfs ist seit Jahren als Dateisystem auf Workstations der Firma SGI unter dem Betriebssystem IRIX im Einsatz. Seit Mai 2001 steht das Dateisystem als Kernel-Patch auch für Linux zur Verfügung. Es eignet sich insbesondere für die Verwaltung sehr großer Datenbestände (bis hinein in den TByte-Bereich). Es enthält Journaling-Funktionen und unterstützt Quotas und erweiterte Attribute (ACLs). Das Dateisystem kann im laufenden Betrieb (ohne umount vergrößert werden, was insbesondere in Kombination mit LVM (siehe Seite 280) sehr praktisch ist. Auch die I-Nodes-Anzahl kann im laufenden Betrieb verändert werden. Ausführliche Informationen zur Verwendung von xfs finden Sie hier:

<http://oss.sgi.com/projects/xfs/>

- **jfs:** JFS steht für *Journalled File System* und ist neben ext3, reiserfs und xfs das vierte neue Linux-Dateisystem mit Journaling-Funktionen. Es wurde ursprünglich von IBM entwickelt und später auf Linux portiert. Es steht seit Juni 2001 als Kernel-Patch zur Verfügung.

<http://oss.software.ibm.com/developerworks/opensource/jfs/>

VERWEIS

Eine gute Einführung in die Natur von Journaling-Dateisystemen sowie einen Vergleich von ext3, reiserfs, jfs und xfs gibt der folgende Artikel (Stand: Juli 2000):

<http://www.linuxgazette.com/issue55/florido.html>

Einen Geschwindigkeitsvergleich finden Sie hier:

<http://aurora.zemris.fer.hr/filesystems/>

VERWEIS

Immer wieder taucht die Frage auf, wie groß Dateien maximal sein dürfen. Die Antwort hängt davon ab, welchen Kernel, welche CPU-Architektur, welche glibc-Bibliothek und welches Dateisystem Sie verwenden. Aktuelle Distributionen unterstützen durchweg die LFS-Erweiterungen in der glibc-Bibliothek. (LFS steht für *Large Filesystem Support*.) Daher ist die maximale Dateigröße in den meisten Fällen unbegrenzt (2^{63} Byte, also mehr, als auf Festplatten je wird gespeichert werden können). Je nach Konfiguration kann das Limit aber auch bei 2 GByte liegen. Eine gute Zusammenfassung der Faktoren, die die maximale Dateigröße bestimmen, finden Sie unter:

http://www.suse.de/~aj/linux_lfs.html

Unix-Dateisysteme

Falls Sie auf Ihrem Rechner ein zweites Unix-ähnliches Betriebssystem installiert haben, erlauben die hier aufgezählten Dateisysteme einen einfachen Datenaustausch. Linux kann auf folgende Dateisysteme zugreifen:

- **efs:** Das efs-Dateisystem ist auf älteren SGI-Rechnern (IRIX-Versionen vor 6.0) im Einsatz. Auch viele SGI-CD-ROMs verwenden dieses Format. Linux kann efs-Dateisysteme nur lesen (nicht verändern).
- **minix:** Die allerersten Linux-Experimente wurden mit dem minix-Dateisystem durchgeführt. Das Dateisystem wurde schon sehr rasch von ext abgelöst und hat heute für Linux nur noch geringe Bedeutung.
- **sysv:** Dieses Dateisystem wird von SCO-, Xenix- und Coherent-Systemen eingesetzt.
- **ufs:** Dieses Dateisystem wird von FreeBSD, NetBSD, NextStep und SunOS verwendet. Linux kann derartige Dateisysteme nur lesen, aber nicht verändern. Zum Zugriff auf BSD-Partitionen ist zusätzlich die BSD-disklabel-Erweiterung erforderlich. Eine analoge Erweiterung existiert auch für Sun-OS-Partitionstabellen.

DOS-, Windows-, OS/2- und Macintosh-Dateisysteme

Die hier aufgezählten Dateisysteme helfen beim Datenaustausch zwischen Linux- und DOS-, Windows-, OS/2- und Macintosh-Betriebssystemen.

- **vfat:** Dieses Dateisystem wird von Windows 9x/ME verwendet. Linux kann derartige Partitionen lesen und schreiben. Der vfat-Dateisystemtreiber kann auch mit alten DOS-Dateisystemen umgehen (8+3 Zeichen).

Star Office 5.2 enthält einen Fehler, der erst in Kombination des vfat-Treibers von Kernel 2.4 entdeckt wurde. Aus diesem Grund ist es mit Star Office 5.2 nicht möglich, Dateien in Windows-Partitionen zu speichern oder zu verändern.

- **ntfs:** Dieses Dateisystem kommt unter Windows NT 4, 2000 und XP zum Einsatz. Der ntfs-Treiber kann derartige Partitionen nur lesen. Der Treiber enthält zwar experimentelle Schreibfunktionen, diese sind aber nicht ausgereift und sollten nicht verwendet werden. In der Defaulteinstellung ist ein Zugriff auf NTFS-Partitionen nur durch root möglich. (Aus unerfindlichen Gründen liefert Red Hat seine Distributionen seit Jahren ohne ntfs-Unterstützung aus. Abhilfe schafft das Neukompilieren des Kernels bzw. die Installation eines Kernel-Pakets, wo ein ntfs-Modul per Default vorgesehen ist.)
- **hpfs:** hpfs ist das Dateisystem von OS/2. Linux kann derartige Dateisysteme lesen und schreiben.
- **hfs:** Dieses Dateisystem wird auf Macintosh-Rechnern eingesetzt. Linux kann derartige Dateisysteme lesen und schreiben. Mit dem neueren Dateisystem HFS+ kommt Linux aber leider nicht zurecht.

CD-ROM- und DVD-Dateisysteme

Auf Daten-CD-ROMs und DVDs werden üblicherweise eigene Dateisysteme verwendet.

- **iso9660**: Das Dateisystem für CD-ROMs wird durch die ISO-9660-Norm definiert. Diese Norm sieht allerdings nur kurze Dateinamen vor. Lange Dateinamen werden je nach Betriebssystem durch unterschiedliche und zueinander inkompatible Erweiterungen unterstützt. Linux kommt sowohl mit der unter Unix üblichen **Rockridge**-Erweiterung zurecht als auch mit der von Microsoft eingeführten **Joliet**-Erweiterung. Derartige CDs werden automatisch richtig erkannt.
- **udf**: Als Nachfolger zu ISO 9660 beginnt sich allmählich das Universal Disk Format zu etablieren. Zurzeit kommt es vor allem bei manchen DVDs sowie bei CD-Rs und CD-RWs (packet writing) zum Einsatz. (Die meisten Daten-DVDs basieren allerdings auf derselben ISO-9660-Norm wie gewöhnliche CDs.)

Netzwerkdateisysteme

Dateisysteme müssen sich nicht auf der lokalen Festplatte befinden – sie können auch über ein Netzwerk eingebunden werden. Der Linux-Kernel unterstützt zurzeit folgende Netzwerkdateisysteme:

- **nfs**: Das Network File System ist das unter Unix wichtigste Netzwerkdateisystem (siehe auch Seite 609 und 798).
- **coda**: Dieses Dateisystem ist am ehesten mit NFS vergleichbar. Es bietet eine Menge Zusatzfunktionen, ist aber nicht sehr verbreitet.
- **ncpfs**: Dieses Dateisystem basiert auf dem Netware Core Protocol. Es wird von Novell Netware eingesetzt.
- **smbfs**: Hierbei handelt es sich um das Netzwerk-Dateisystem von Microsoft. Es kommt unter Linux im Zusammenspiel mit Samba zur Anwendung (siehe Seite 807).

Virtuelle Dateisysteme

Unter Linux gibt es eine Reihe von Dateisystemen, die nicht zum Speichern von Daten auf einer Festplatte (oder einem anderen Datenträger) gedacht sind, sondern lediglich zum Informationsaustausch zwischen dem Kernel und Anwendungsprogrammen. In `/proc/filesystems` sind diese Dateisysteme mit dem Begriff `nodev` gekennzeichnet.

- **devpts**: Dieses Dateisystem ermöglicht via `/dev/pts/*` den Zugriff auf Pseudo-Terminals (kurz PTYs) gemäß der Unix-98-Spezifikation. (Pseudo-Terminals emulieren eine serielle Schnittstelle. Sie werden Unix/Linux-intern beispielsweise von Terminal-Emulatoren wie `xterm` eingesetzt. Dabei kommen traditionell Devices wie `/dev/ttyptn` zum Einsatz. Die Unix-98-Spezifikation definiert stattdessen neue Devices. Weitere Details finden Sie im Text-Terminal-HOWTO.)
- **proc**: Das `proc`-Dateisystem dient zur Abbildung von Verwaltungsinformationen des Kernels bzw. der Prozessverwaltung. Details dazu finden Sie auf Seite 298.

- **shmfs:** Dieses Dateisystem ist die Basis für *shared memory* gemäß System V. (Damit ist ein effizienter Datenaustausch zwischen zwei Programmen möglich.)
- **usbdevfs:** Dieses Dateisystem enthält Informationen über die angeschlossenen USB-Geräte. Es ist üblicherweise in das *proc*-Dateisystem eingebunden (*/proc/bus/usb*). Mehr Informationen zur USB-Unterstützung unter Linux finden auf Seite 456.

Sonstige

- **auto:** Ein *auto*-Dateisystem gibt es in Wirklichkeit gar nicht. Allerdings darf dieses Schlüsselwort in */etc/fstab* bzw. bei *mount* zur Angabe des Dateisystems verwendet werden. Linux versucht dann, das Dateisystem selbst zu erkennen. Das funktioniert für die meisten wichtigen Dateisysteme, unter anderem für *minix*, *ext2*, *iso9660*, *udf* und *ntfs*. Aktuelle *mount*-Versionen erkennen auch *ext3*, *reiserfs* und *xfs*.
- **autofs, autofs4:** Auch *autofs* und die neuere Variante *autofs4* sind keine eigenen Dateisysteme, sondern Kernel-Erweiterungen, die für die gerade benötigten Dateisysteme automatisch *mount* ausführen. Wird das Dateisystem eine Weile nicht mehr verwendet, wird ebenfalls automatisch *umount* ausgeführt. Weitere Details finden Sie im Automount-Mini-HOWTO sowie unter:
<http://www.goop.org/~jeremy/autofs/>
- **devfs:** Viele Hardware-Komponenten werden unter Linux in Form von Device-Dateien angesprochen (siehe Seite 224). Allerdings ist dieses System sehr inflexibel und erfordert mehrere tausend */dev/xxx*-Dateien. Daher gibt es seit Kernel 2.4 ein neues Dateisystem, das die Aufgabe der Device-Dateien übernehmen soll. Allerdings wird *devfs* von den großen Distributionen bisher sehr zögerlich eingesetzt. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 227.
- **Loopback:** Es gibt kein Loopback-Dateisystem. Es besteht aber die Möglichkeit, in einer normalen Datei ein ganzes Dateisystem unterzubringen und diese Datei mit *mount* als Dateisystem in den Verzeichnisbaum einzubinden. Die dazugehörige Kernel-Funktion heißt *loopback device support* (Modul *loop*). Daraus wird dann oft der nicht ganz zutreffende Begriff Loopback-Dateisystem. Es gibt eine Reihe von Anwendungen für *loopback devices*: die Erstellung einer Initial-RAM-Disk für LILO (siehe Seite 332), die Realisierung von verschlüsselten Dateisystemen, das Testen von ISO-Images für CDs (siehe Seite 1006) etc.
- **jffs und cramfs:** Das *Journaling Flash Filesystem* und das *Cram a Filesystem* kommen nur in so genannten *embedded devices* zur Anwendung. Sie dienen dazu, möglichst viel Daten in komprimierter Form in ein Flash Memory bzw. in ein ROM (Read Only Memory) zu packen.

Welche Dateisysteme direkt in den laufenden Kernel integriert bzw. zurzeit als Modul geladen sind, können Sie der Datei `/proc/filesystems` entnehmen. Welche Kernel-Module für weitere Dateisysteme darüber hinaus noch zur Verfügung stehen, sehen Sie im Verzeichnis `/lib/modules/2.4.n/kernel/fs/`. Falls der Kernel-Code installiert ist, finden Sie in `/fs/filesystems.c` und im Verzeichnis `/Documentation/filesystems` weitere Informationen (jeweils im Verzeichnis `/usr/src/linux`). Sehr lesenswert ist schließlich das Filesystem-HOWTO.

6.7 Verwaltung des Dateisystems

Der Begriff Dateisystem ist leider nicht ganz eindeutig. Einerseits beschreibt er ein einzelnes Dateisystem, etwas das einer Festplattenpartition, einer Diskette oder einer CD-ROM. Andererseits beschreibt er aber auch die Gesamtheit aller Dateisysteme, die unter Linux zu einem einzigen Verzeichnisbaum vereint werden. Auf das Grundsystem greifen Sie dann beispielsweise über den Pfad `/` zu, auf den Inhalt des CD-ROM-Laufwerks über `/mnt/cdrom` und auf die Diskette über `/mnt/disk`. (Diese Verzeichnisse, deren Namen beliebig gewählt werden können, entsprechen den Laufwerksbuchstaben A:, C:, D: etc. von Windows.)

In diesem Abschnitt geht es darum, verschiedene einzelne Dateisysteme wahlweise manuell (Kommando `mount`) oder automatisch (Datei `/etc/fstab`) in das Gesamtdatensystem einzubinden. Der Abschnitt behandelt die folgenden Dateisysteme, Datenträger und Spezialitäten:

- Linux-Dateisysteme
- Windows-Dateisysteme
- CD-ROMs
- Disketten
- Netzwerkdateisysteme (NFS, Samba)
- Virtuelle Dateisysteme (`/proc` etc.)
- Linux-Swap-Partitionen

Wenn Sie nicht sicher sind, wie Ihr Linux-System zurzeit organisiert ist, führen Sie am einfachsten das Kommando `df` aus. Dieses Kommando zeigt an, an welcher Stelle im Dateisystem Festplatten, Datenträger etc. eingebunden sind und wie viel Platz auf den einzelnen Festplatten noch frei ist.

Das Beispiel unten zeigt das Dateisystem auf einem meiner Testrechner: Es gibt vier Linux-Partitionen (die Systempartition, eine Daten-, eine Backup- und eine Testpartition). Die drei ersten Partitionen verwenden das `ext2`-Dateisystem, die Testpartition das `reiserfs`.

Über das Verzeichnis `/audio` wird eine Partition mit einem Windows-Dateisystem angesprochen. Sie enthält MP3-Dateien, auf die ich sowohl unter Linux als auch unter Windows zugreifen möchte. Über das Verzeichnis `/media/dvd` erfolgt der Zugriff auf mein DVD-Laufwerk, in dem sich gerade eine Daten-DVD befindet. `/dev/shm` ist ein unechtes Dateisystem, das den Datenaustausch zwischen Prozessen ermöglicht.

```
user$ df -T
```

Filesystem	Type	1k-blocks	Used	Available	Use%	Mounted on
<code>/dev/hdb8</code>	ext2	2893628	1877520	869116	69%	<code>/</code>
<code>/dev/hdb9</code>	ext2	4538124	2721204	1586392	64%	<code>/data</code>
<code>/dev/hda12</code>	ext2	995115	850063	93646	91%	<code>/backup</code>
<code>/dev/hdb11</code>	reiserfs	1542156	49640	1492516	4%	<code>/test</code>
<code>/dev/hdb7</code>	vfat	2047968	1392480	655488	68%	<code>/audio</code>
<code>/dev/hdd</code>	iso9660	4571146	4571146	0	100%	<code>/media/dvd</code>
<code>shmfs</code>	shm	240272	0	240272	0%	<code>/dev/shm</code>

TIPP

Noch detailliertere Informationen über die eingebundenen Dateisysteme enthält die Datei `/etc/mtab`. Dort sind auch alle virtuellen Dateisysteme enthalten. Außerdem enthält `/etc/mtab` alle bei `mount` verwendeten Optionen.

mount – Dateisysteme manuell einbinden

Nach der Installation einer aktuellen Linux-Distribution ist das System normalerweise so konfiguriert, dass Sie `mount` nie benötigen: Alle Linux-Dateisysteme sind in den Verzeichnisbaum eingebunden, und der Zugriff auf externe Datenträger (CD-ROMs, Disketten) erfolgt über Icons am KDE- bzw. Gnome-Desktop scheinbar automatisch. Es mag vielleicht so aussehen, als würde das Ganze wie von Zauberhand funktionieren, in Wirklichkeit wird hinter den Kulissen aber das Kommando `mount` ausgeführt. Damit können einzelne Dateisysteme in den Verzeichnisbaum eingebunden werden.

Die Syntax von `mount` sieht folgendermaßen aus (Details finden Sie auf Seite 955):

```
mount [optionen] device verzeichnis
```

Mit den Optionen wird unter anderem das Dateisystem angegeben (`-t xxx`). Der Device-Name bezeichnet die Partition bzw. das Laufwerk (siehe Seite 70). Als Verzeichnis kann ein beliebiges Verzeichnis des aktuellen Dateisystems angegeben werden. (Das Verzeichnis muss existieren. Erzeugen Sie es gegebenenfalls mit `mkdir`!)

`mount` kann im Regelfall nur von `root` ausgeführt werden (es sei denn, die Datei `/etc/fstab` erlaubt es allen Benutzern, `mount` für einzelne Partitionen oder Laufwerke zu verwenden).

Am einfachsten ist `mount` anhand einiger Beispiele zu verstehen: Das erste Beispiel ermöglicht den Zugriff auf die Daten einer Windows-9x/ME-Partition über das Verzeichnis `/windows`.

```
root# mount -t vfat /dev/hda1 /windows
```

Das folgende Kommando bindet das CD-ROM-Laufwerk mit einer Daten-CD (ISO-9660-Dateisystem) beim Verzeichnis `/cdrom` in das Dateisystem ein. (Es handelt sich um ein IDE-Laufwerk, das am ersten IDE-Kanal als Slave-Laufwerk angeschlossen ist.)

```
root# mount -t iso9660 /dev/hdb /mnt/cdrom
```

Wenn die Parameter für das CD-ROM-Laufwerk (Dateisystemtyp, Device-Name, Verzeichnis) in `/etc/fstab` eingetragen sind, reicht zum Einbinden des Laufwerks in den Verzeichnisbaum auch das folgende Kommando:

```
root# mount /mnt/cdrom
```

Bevor Sie die CD-ROM wieder aus dem Laufwerk nehmen können, müssen Sie sie aus dem Verzeichnisbaum entfernen. Dazu führen Sie `umount` aus:

```
root# umount /mnt/cdrom
```

/etc/fstab – Dateisysteme automatisch einbinden

Es wäre sehr mühsam, wenn Sie nach jedem Systemstart diverse Windows-Partitionen neu einbinden müssten, wenn Sie bei jedem CD-Wechsel `mount` mit allen Optionen angeben müssten etc. Der Schlüssel zur Arbeitserleichterung heißt `/etc/fstab`.

Diese Datei gibt an, welche Datenträger beim Systemstart in das Dateisystem aufgenommen werden. Auf jeden Fall muss `fstab` aus den zwei Zeilen bestehen, die (je nach Konfiguration) etwa wie folgt aussehen. (Weitere Festplattenpartitionen, CD-ROMs und Disketten können manuell mit `mount` in das Dateisystem eingebunden werden.)

```
# zwei beispielhafte Zeilen in /etc/fstab
/dev/hda2    /          ext2      defaults 1 1
/proc       /proc      proc      defaults 0 0
```

Durch die erste Zeile wird das Systemverzeichnis auf der zweiten Festplattenpartition der ersten IDE-Platte eingerichtet. (Je nachdem, auf welcher Festplattenpartition Sie Linux installiert haben, müssen Sie statt `hda2` natürlich den Device-Namen Ihrer Linux-Partition angeben!) Mit der zweiten Zeile wird das System zur Prozessverwaltung in das Dateisystem eingebunden. Die Dateien und Verzeichnisse des `/proc`-Verzeichnisses existieren nicht tatsächlich auf der Festplatte; es handelt sich nur um ein Abbild von Daten, die kernel-intern verwaltet werden.

Aus den beiden Zeilen geht bereits das Format von `fstab` hervor: Jede Zeile beschreibt in sechs Spalten einen Datenträger (eine Partition, ein Dateisystem).

In der **ersten Spalte** muss der Device-Name des Datenträgers angegeben werden. (Zur Nomenklatur für Festplattenpartitionen finden Sie auf Seite 70 zahlreiche Beispiele. Weitere Beispiele für CD-ROM-Laufwerke, NFS-Verzeichnisse etc. folgen im Verlauf dieses Abschnitts.)

Die **zweite Spalte** gibt an, bei welchem Verzeichnis der Datenträger in den Dateibaum eingebunden wird. Die in der zweiten Spalte angegebenen Verzeichnisse müssen bereits existieren. Die Verzeichnisse müssen nicht leer sein, allerdings können Sie nach dem Einbinden des Dateisystems auf die darin enthaltenen Dateien nicht mehr zugreifen (sondern nur auf die Dateien des eingebundenen Datenträgers).

Die **dritte Spalte** gibt das Dateisystem an. Die folgende Tabelle listet die wichtigsten von Linux unterstützten Dateisysteme auf:

Einige von Linux unterstützte Dateisysteme (dritte Spalte)

auto	Dateisystem automatisch erkennen (CD-ROMs, Disketten)
devpts	Pseudo-Terminals gemäß Unix-98-Spezifikation
ext2	Linux-Standard (ext2-Dateisystem)
ext3	ext3-Dateisystem
iso9660	CD-ROMs, DVDs
nfs	Unix-Netzwerkverzeichnis (NFS)
ntfs	Windows-NT/2000/XP-Dateisystem (nur Lesezugriff)
proc	Prozessverwaltung (/proc)
reiserfs	Reiser-Dateisystem
smbfs	Windows-Netzwerkverzeichnis (Samba)
swap	Swap-Partitionen oder -Dateien
udf	Universal Disk Format (DVDs, CD-RWs)
usbdevfs	Verwaltung von USB-Geräten (/proc/bus/usb)
vfat	Windows-9x/ME-Dateisystem

Die **vierte Spalte** bestimmt Optionen für den Zugriff auf den Datenträger. Mehrere Optionen werden durch Kommata getrennt. Dabei dürfen keine Leerzeichen eingefügt werden! Die folgende Tabelle zählt die wichtigsten universellen mount-Optionen auf. Eine Beschreibung folgt im nächsten Abschnitt.

Die wichtigsten mount-Optionen (vierte Spalte)

default	Default-Optionen verwenden
dev	Kennzeichnung von Character- oder Block-Devices auswerten
exec	Programmausführung zulassen (für CD-ROM-Laufwerke)
noauto	Datenträger nicht beim Systemstart einbinden
nODEV	Kennzeichnung von Character- oder Block-Devices ignorieren
noexec	keine Programmausführung erlaubt
nosuid	sid- und gid-Zugriffsbits nicht auswerten
ro	Read only (Schreibschutz)
sw	Swap (Swap-Datei oder -Partition)
suid	sid- und gid-Zugriffsbits auswerten
sync	Schreibzugriffe nicht puffern (sicherer, aber langsamer)
user	jeder Benutzer darf (u) mount ausführen

Die **fünfte Spalte** enthält Informationen für das Programm `dump` und wird zurzeit ignoriert. Es ist üblich, für die Systempartition 1 und für alle anderen Partitionen oder Datenträger 0 einzutragen.

Die **sechste Spalte** gibt an, ob und in welcher Reihenfolge die Dateisysteme beim Systemstart überprüft werden sollen. Bei den meisten Distributionen wird per Default 1 für die Systempartition und 0 für alle anderen Partitionen eingetragen. Das bedeutet, dass beim Rechnerstart nur die Systempartition auf Fehler überprüft und gegebenenfalls repariert wird.

Sicherer ist es aber, wenn Sie 1 für die Systempartition und 2 für alle weitere Linux-Partitionen angeben. Das bewirkt, dass bei jedem Systemstart zuerst die Systempartition und dann alle anderen Linux-Partitionen überprüft werden.

Bei allen Dateisystemen bzw. Datenträgern, die nicht überprüft werden können oder sollen (Windows-Partitionen, CD-ROMs, DVDs, Disketten, virtuelle Dateisysteme, swap etc.), muss die Ziffer 0 angegeben werden.

Wenn die fünfte und sechste Spalte in `/etc/fstab` fehlt, wird 0 angenommen.

/etc/mtab: Einen ähnlichen Inhalt wie `fstab` hat die Datei `mtab`: Sie enthält eine Liste aller Datenträger, die *momentan* eingebunden sind, zusammen mit dem Dateisystemtyp und den verwendeten mount-Optionen. `mtab` ändert sich also dynamisch mit jedem mount- oder umount-Befehl.

mount-Optionen für `/etc/fstab`

Hier finden Sie einige Erläuterungen zu den oben in der grauen Box zusammengefassten mount-Optionen. Je nach Dateisystem gibt es eine Menge weiterer Optionen, von denen einige in den folgenden Abschnitten beschrieben werden. (Informationen zu allen verfügbaren Optionen erhalten Sie mit `man mount`.)

default: Das Schlüsselwort `default` geben Sie immer dann an, wenn Sie keine andere Option benötigen. (Die Spalte darf leer bleiben.)

dev, nodev: Unter Linux können Dateien als Block- oder Character-Devices gekennzeichnet werden. Derartige Dateien werden zum Zugriff auf Hardware-Komponenten verwendet (siehe Seite 224). Die Option `nodev` verhindert, dass Device-Dateien als solche interpretiert werden. Die Option ist aus Sicherheitsgründen insbesondere für CD-ROM-, DVD- und Diskettenlaufwerke sinnvoll.

exec, noexec: Die Optionen `exec` bzw. `noexec` legen fest, ob auf dem Dateisystem befindliche Programme unter Linux ausgeführt werden dürfen oder nicht. Bei den meisten Dateisystemen gilt per Default die Einstellung `exec`. Sicherheitsbewusste Administratoren werden für CD-ROM-, DVD- und Diskettenlaufwerke aber die Option `noexec` angeben. (Wenn Sie die Option `user` verwenden, gilt per Default `noexec`. Das kann durch eine `exec`-Option wieder geändert werden.)

noauto: Die Option `noauto` hat den Sinn, dass der in dieser Zeile genannte Datenträger zwar nicht beim Systemstart eingebunden wird, aber bequem mit `mount name` angemeldet werden kann, ohne dass dabei alle weiteren `mount`-Optionen explizit angegeben werden müssen. (Alle fehlenden Angaben werden automatisch aus `fstab` gelesen.) Das ist beispielsweise für CD-ROM-Laufwerke oder für selten benötigte Datenpartitionen sinnvoll.

suid, nosuid: Wenn die `sid`- oder `gid`-Zugriffsbits gesetzt sind, werden Programme mit anderen Benutzer- bzw. Gruppenrechten ausgeführt (siehe Seite 217). Dies ist häufig ein Sicherheitsrisiko. Durch die Option `suid` werden derartige Zugriffsbits nicht ausgewertet.

user: Die Option `user` ermöglicht es normalen Benutzern, das betreffende Dateisystem mit `umount` ab- und mit `mount` wieder anzumelden. Dazu ist ansonsten nur `root` in der Lage. Die `user`-Option ist vor allem für oft zu wechselnde Medien sinnvoll (Disketten, CD-ROMs). Wenn Sie `user` verwenden, gelten automatisch auch `noexec`, `nosuid` und `nodev`, sofern diese Einstellungen nicht durch die zusätzlichen Optionen `exec`, `suid` bzw. `dev` geändert werden.)

Linux-Partitionen

Der Umgang mit Linux-Partitionen in `/etc/fstab` fällt am leichtesten. Im Regelfall sind keinerlei Optionen erforderlich (also `defaults` in der vierten Spalte). Für die Systempartition sollten in der fünften und sechsten Spalte jeweils 1 angegeben werden, für die anderen Partitionen in der fünften Spalte 0 und in der sechsten Spalte 2 oder 0 (siehe oben).

```
# /etc/fstab: Linux-Dateisysteme
/dev/hdb8      /              ext2          defaults 1 1
/dev/hdb9      /data          auto          defaults 0 2
/dev/hdb11     /test          reiserfs      defaults 0 2
```

Bei der Root-Partition darf in der ersten Spalte statt des Device-Names auch der interne Name der Partition angegeben werden. Insbesondere Red Hat greift auf diese Möglichkeit zurück. Bei dieser Distribution beginnt `/etc/fstab` mit einer Zeile nach dem folgenden Muster:

```
# /etc/fstab: Linux-Dateisysteme
LABEL=/1      /              ext3          defaults 1 1
```

Das bedeutet, dass jene Partition als Root-Partition verwendet werden soll, die den internen Namen `'/1'` hat. Dieser Name kann bei `ext2/3`-Partitionen mit `e2label` gelesen bzw. verändert werden. Davon können Sie sich selbst überzeugen, wenn Sie mit `rdev` feststellen, welches Ihre Root-Partition ist:

```
root# rdev
/dev/hdb13
root# e2label /dev/hdb13
/1
```

VERWEIS

Welche Device-Namen für welche Festplattenpartitionen gelten, ist auf Seite 70 beschrieben. Wenn Sie eine neue Linux-Partition einrichten möchten, müssen Sie die Partition mit `fdisk` anlegen und dann das Dateisystem einrichten. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 255 (`fdisk`), 262 (`ext2`) und 271 (`reiserfs`).

Windows-Partitionen

Linux kann DOS- und Windows-3.1/9x/ME-Partitionen (VFAT) lesen und schreiben, Windows-NT/2000/XP-Partitionen (NTFS) nur lesen. Der NTFS-Treiber enthält zwar bereits Code zum Schreiben von Dateien, dieser hat aber experimentellen Charakter und sollte nicht verwendet werden. (Bei den meisten Distributionen ist diese Option gar nicht kompiliert, um möglichen Schaden von vornherein auszuschließen.)

Die folgenden Zeilen aus `/etc/fstab` zeigen typische Einstellungen für Windows-Partitionen. `/windows/J` wird nicht automatisch in den Verzeichnisbaum eingebunden (Option `noauto`), aber jeder Benutzer hat dazu das Recht (`user`). Außerdem darf jeder Benutzer alle Dateien lesen und ändern (`umask`).

`/audio` wird automatisch eingebunden, allerdings im Read-Only-Modus. Damit sind Änderungen im Dateisystem ausgeschlossen.

`/windata` wird ebenfalls automatisch eingebunden. Read-Only ist hier eine Selbstverständlichkeit (siehe oben). `umask` bewirkt, dass alle Benutzer Dateien lesen dürfen (aber nur `root` darf schreiben).

```
# /etc/fstab: Windows-Dateisysteme
/dev/hdb7      /windows/J    vfat          noauto,user,umask=0      0 0
/dev/hdb7      /audio        vfat          ro                        0 0
/dev/hdb6      /windata      ntfs          ro,umask=022             0 0
```

HINWEIS

Aus unerfindlichen Gründen liefert Red Hat seine Distributionen seit Jahren ohne `ntfs`-Unterstützung aus. Abhilfe schafft das Neukompilieren des Kernels bzw. die Installation eines vorkompilierten Kernel-Pakets, das alle Module enthält (und nicht nur einen Teil).

Optionen

Das Verhalten der Windows-Dateisystemtreiber lässt sich durch unzählige Optionen steuern, von denen hier nur die wichtigsten beschrieben sind (alle Details gibt man `mount`).

Optionen für vfat und ntfs

<code>gid=n</code>	Gruppenzugehörigkeit der Dateien
<code>iocharset=name</code>	Zeichensatz zur Unicode-Konvertierung
<code>uid=n</code>	Benutzerzugehörigkeit der Dateien
<code>umask=m</code>	Inverse Zugriffsbits der Dateien
<code>utf8</code>	Dateinamen in Unicode (UTF8) darstellen (nur NTFS)

gid, uid, umask: Da für die Windows-Dateisysteme die Linux-Zugriffsinformationen (Benutzer, Gruppen etc.) nicht angewendet werden, verhalten sich die Dateisystemtreiber so, als würden alle Dateien `root` gehören. Dateien von VFAT-Partitionen können von allen Benutzern gelesen, aber nur von `root` verändert werden. Bei NTFS-Dateien gelten noch restriktivere Regeln – diese Dateien können auch nur von `root` gelesen werden.

Durch die Einstellung von `uid` und `gid` können Sie die Dateien einem bestimmten Benutzer oder einer Gruppe geben. Eine noch liberalere Regelung ermöglicht `umask`. Damit können Sie einen oktalen Zahlenwert für eine Bitmaske mit den *invertierten* Zugriffsbits übergeben. `umask=0` bedeutet daher, dass jeder alle Dateien lesen, schreiben und ausführen darf (`rw-rw-rw`). `umask=022` entspricht `rw-r-xr-x` und erlaubt allen Benutzern alle Dateien zu lesen (aber nur `root` darf Dateien ändern).

iocharset: Sowohl beim VFAT- als auch beim NTFS-Dateisystem werden lange Dateinamen als Unicode-Zeichenketten gespeichert. Da unter Linux zumeist noch mit 8-Bit-Zeichensätzen gearbeitet wird, kann mit `iocharset` angegeben werden, welcher Zeichensatz zur Konvertierung verwendet werden soll (Default: `iso8859-1`). Beim NTFS-Treiber werden Dateien, deren Name nicht konvertierbare Zeichen enthält, nicht angezeigt.

utf8: Die Option bewirkt, dass der Treiber Dateinamen als UTF8-Zeichenketten zurückgibt. Das ist nur sinnvoll, wenn unter Linux mit Unicode-kompatiblen Werkzeugen gearbeitet wird.

Besonderheiten

Star Office 5.2: Mit Kernel 2.4 hat sich der Code des VFAT-Treibers geändert. Damit wird nun ein Programmierfehler von StarOffice 5.2 bemerkbar: Das Programm ist nicht mehr in der Lage, Dateien in VFAT-Partitionen zu speichern. Eine Abhilfe gab es noch nicht, als dieser Text geschrieben wurde. Speichern Sie die Datei in einem Linux-Dateisystem und kopieren Sie sie dann in die Windows-Partition zurück.

Textdateien: Der Datenaustausch zwischen Linux und Windows bereitet bei Textdateien manchmal Probleme, weil das Zeilenende in Textdateien unterschiedlich gekennzeichnet ist. Eine Lösung dieses Problems bietet das Kommando `recode` (siehe Seite 961).

Windows-Hibernate: Wenn Sie Windows mit Hibernate beenden (also ein Abbild des laufenden Systems auf der Festplatte speichern), danach Linux mit einer Diskette starten und Veränderungen am Windows-Dateisystem durchführen, riskieren Sie massive Probleme und womöglich Datenverluste. Da Windows mit Hibernate auch den aktuellen Zustand

des Dateisystems gleichsam einfriert, erwartet es denselben Zustand auch beim nächsten Start wieder.

CD-ROMs und DVDs

CD-ROM- und DVD-Laufwerke werden im Prinzip wie Festplatten verwaltet. Es gibt aber zwei wesentliche Unterschiede: Erstens ist bei einem CD/DVD-Laufwerk ein Wechsel der CD/DVD möglich (während Sie eine herkömmliche Festplatte nie im laufenden Betrieb wechseln können). Zweitens verwenden Daten-CDs und -DVDs ein anderes Dateisystem (meist `iso9660` oder `udf`).

Die meisten Distributionen sind so vorkonfiguriert, dass der Zugriff auf CD-ROM-Laufwerke unter KDE/Gnome mit einem Mausklick möglich ist. Unter KDE stehen dazu Desktop-Icons zur Verfügung (siehe Seite 559); der Gnome-Dateimanager Nautilus sieht statt dessen eigene Menükommandos vor (siehe Seite 569).

Im manuellen Betrieb reicht ein einfaches `mount` bzw. `umount`-Kommando, wobei lediglich das Verzeichnis je nach Distribution variiert (z. B. `/media/cdrom`, `/mnt/cdrom`):

```
user$ [u]mount /cdrom
```

Übliche `/etc/fstab`-Einträge sehen so aus:

```
# /etc/fstab: CD-ROM- und DVD-Laufwerke
/dev/cdrom      /media/cdrom    auto    ro,noauto,user,exec 0 0
/dev/dvd        /media/dvd      auto    ro,noauto,user,exec 0 0
```

Oft wird als Dateisystem `iso9660` statt `auto` angegeben. `auto` hat den Vorteil, dass nun auch DVDs verwendet werden, die nur das Universal Disk Format (UDF), nicht aber das ISO-9660-Dateisystem unterstützen. (Solche CDs/DVDs sind zurzeit eher selten, aber es gibt sie.)

Kurz zu den Optionen: `ro` bedeutet read-only und bedarf keiner Erläuterung. (Falls Sie CD-Rs schreiben möchten, geschieht dies nicht über Dateioperationen, sondern mit Spezialprogrammen.)

`noauto` bewirkt, dass beim Rechnerstart nicht versucht wird, CDs/DVDs in den Verzeichnisbaum einzubinden. Das ist sinnvoll, weil ja oft gar keine CD/DVD im Laufwerk liegt. `user` erlaubt es allen Benutzern, CDs/DVDs zu wechseln und einzubinden. `exec` ermöglicht es, auf der CD befindliche Programme auszuführen.

CD/DVD-Device-Namen

Die folgende Liste gibt an, welche Device-Namen beim Zugriff auf das CD-ROM-Laufwerk verwendet werden. Alle marktüblichen CD-ROM-Laufwerke sind entweder am IDE- oder am SCSI-Bus angeschlossen. Wenn Sie nicht wissen, welchen Laufwerkstyp Sie verwenden und wie das Laufwerk mit dem Controller verbunden ist, haben Sie die größte Trefferwahrscheinlichkeit mit `/dev/hdb` oder `/dev/hdc`.

CD-ROM-Device-Namen

<code>/dev/cdrom</code>	Link auf das CD-ROM-Device
<code>/dev/dvd</code>	Link auf das DVD-Device
<code>/dev/hda</code>	IDE/ATAPI: IDE-Controller 1, Laufwerk 1 (master)
<code>/dev/hdb</code>	IDE/ATAPI: IDE-Controller 1, Laufwerk 2 (slave)
<code>/dev/hdc</code>	IDE/ATAPI: IDE-Controller 2, Laufwerk 1 (master)
<code>/dev/hdd</code>	IDE/ATAPI: IDE-Controller 2, Laufwerk 2 (slave)
<code>/dev/scd0</code>	SCSI-Laufwerk 1
<code>/dev/scd1</code>	SCSI-Laufwerk 2

Eine Besonderheit sind CD-R-Laufwerke am IDE-Bus. Diese werden von Linux unter Umständen als SCSI-Geräte betrachtet. Daher kann es sein, dass Sie ein IDE-CD-R-Laufwerk mit `/dev/scd0` ansprechen.

Die meisten Distributionen geben in `/etc/fstab` nicht direkt den Device-Namen an, sondern `/dev/cdrom`, `/dev/dvd` oder einen ähnlichen Namen. Dabei handelt es sich nicht unmittelbar um das Device, sondern um einen Link darauf. (Führen Sie `ls -l /dev/*cd*` aus!)

Tipp

Bei der ersten Generation von CD-ROM-Laufwerken glaubte noch jeder Hersteller, dass er eine eigene Schnittstelle benötigte. Die Folge war eine entsprechend große Anzahl von Kernel-Modulen für jede dieser Schnittstellen. Heute werden Sie nur noch bei Uralt-PCs auf solche CD-ROM-Laufwerke stoßen. Damit Sie darauf unter Linux zugreifen können, müssen die entsprechenden Kernel-Module verfügbar sein. Außerdem müssen Sie den richtigen Device-Namen verwenden, z. B. `/dev/mcd` für Uralt-Mitsumi-Laufwerke. Weitere Informationen finden Sie im CD-ROM-HOWTO.

CD-ROM wechseln

Etwas ungewohnt im Umgang mit CDs ist der Aufwand beim Wechseln einer CD. Sie dürfen nicht einfach das Laufwerk öffnen, die CD wechseln und dann mit der neuen CD weiterarbeiten! Bei den meisten CD-ROM-Laufwerken ist das gar nicht möglich, d. h. solange die CD in das Dateisystem eingebunden ist, reagiert das Laufwerk nicht auf das Drücken der Auswurfaste.

Vielmehr müssen Sie, während sich die alte CD noch im Laufwerk befindet, `umount` ausführen und die CD so quasi abmelden. Dabei wird überprüft, ob Linux noch irgendwelche Daten von der CD benötigt. Wenn das der Fall ist, meldet `umount` *device is busy*. Das ist beispielsweise der Fall, wenn in irgendeiner Konsole das aktuelle Verzeichnis auf das CD-ROM-Laufwerk verweist. Führen Sie `cd` aus!

Nur wenn kein Zugriff auf die CD vorliegt, wird die CD freigegeben. Jetzt wechseln Sie die CD und melden die neue CD ebenso an wie die alte.

```
root# umount /cdrom
root# mount /cdrom
```

HINWEIS

Wenn `umount` den Fehler *device is busy* liefert, bedeutet das, dass ein anderes Programm noch Daten der CD-ROM nutzt. Das ist unter anderem auch dann der Fall, wenn in irgendeiner Shell ein Verzeichnis der CD-ROM geöffnet ist. Führen Sie dort `cd` aus, um in das Heimatverzeichnis zu wechseln. Bei der Suche nach dem Prozess, der die `umount`-Probleme verursacht, kann `fuser` helfen. Führen Sie `fuser -m /cdrom` aus!

Eine weitere mögliche Fehlerursache ist NFS: Wenn das CD-ROM-Laufwerk via NFS auf einem anderen Rechner genutzt wurde, ist ein `umount` oft selbst dann unmöglich, wenn dieser Rechner das CD-ROM-Laufwerk längst wieder freigegeben hat (siehe auch Seite 801).

supermount, automount, autorun, eject

Manche Distributionen versuchen, die Unbequemlichkeit im Umgang mit Dateien durch diverse Zusatzprogramme zu minimieren. Allerdings ist keines der hier vorgestellten Systeme ohne Nachteile.

Mandrake: Bei dieser Distribution sind Sie für das erste `mount`-Kommando selbst verantwortlich. Anschließend können Sie CDs aber ohne `umount` aus dem Laufwerk entfernen und sogar neue CDs einlegen und ohne neuerliches `mount` verwenden. Damit das funktioniert, ist der Kernel-Patch `supermount` erforderlich, der bei Mandrake mitgeliefert wird. Allerdings gibt es Probleme, wenn ein Programm versucht, auf die Dateien einer (für das Programm unvermutet) nicht mehr verfügbaren CD zuzugreifen. Oft führt das zum Absturz des Programms. Weitere Informationen erhalten Sie mit `man supermount` sowie unter:

<http://www.geocities.com/alexismikhailov/supermount.html>

Red Hat: Red Hat vollbringt das Kunststück, gleich drei Programme bzw. Pakete zu installieren, die sich alle um das automatische Ein- und Ausbinden von Dateisystemen kümmern: `autofs`, `autorun` und `magicdev`. Eigentlich ist es ein Wunder, dass das überhaupt einigermaßen funktioniert. (Auf meinem eigenen System habe ich nach einigen Tests alle drei Pakete de-installiert. Aber vielleicht ist mein Misstrauen gegenüber solchen Funktionen unbegründet und rührt von den zahllosen missglückten Auto-Funktionen diverser Microsoft-Programme her.)

`autofs` ist eine Kernel-Funktion, die dabei hilft, Dateisysteme bei Bedarf automatisch einzubinden und nach einer gewissen Zeit der Inaktivität wieder zu deaktivieren. Dazu wird beim Systemstart das Programm `automount` von `Script/etc/init.d/autofs` gestartet. `automount` wird durch `/etc/auto.master` konfiguriert. Weitere Informationen erhalten Sie mit `man autofs`, im Automount-Mini-HOWTO sowie unter:

<http://www.goop.org/~jeremy/autofs/>

Beim Arbeiten mit KDE überwacht der Dämon `autorun` alle CD-Laufwerke (Default: einmal pro Sekunde). `autorun` wird durch die Datei `~/.kde/Autostart/Autorun.desktop` gestartet. Sobald eine CD eingelegt wird, wird diese gemäß `/etc/fstab` in das Dateisystem eingebunden. Anschließend wird automatisch die Datei `autorun` im Wurzelverzeichnis der CD-ROM ausgeführt. (Bei den Red-Hat-CDs handelt es sich hierbei um ein Script, das wahlweise `kpackage` oder `gnorpm` startet.) `autorun` kümmert sich nicht darum, die CD wieder aus dem Dateisystem zu entfernen – dafür sind Sie selbst verantwortlich (`umount`).

Beim Arbeiten unter Gnome kommt statt `autorun` der Gnome-Dämon `magicdev` zum Einsatz, der dieselbe Funktion hat. Das Programm kann im Gnome-Kontrollzentrum konfiguriert werden (Dialogblatt PERIPHERIE|CDs).

TIPP

Der sehr uneinheitliche Umgang mit CD-ROMs führt dazu, dass es bisweilen schwierig ist, eine CD aus dem CD-Laufwerk wieder herauszubekommen. In manchen Fällen hilft das Kommando `eject` weiter. Unter Red Hat 7.1 in Kombination mit Ximian Gnome half zum Teil nur ein Gnome-Logout.

Photo-CDs, Audio-CDs, CD-RWs, DVDs etc.

Photo-CDs: Photo-CDs entsprechen im Wesentlichen normalen Daten-CDs. Die einzige Besonderheit besteht im eigenen Dateiformat für die Fotos, die in mehreren Auflösungen gespeichert werden. Zum Lesen von Photo-CDs können Sie beispielsweise das Programm `xpcd` verwenden.

Audio-CDs: Audio-CDs werden dagegen ganz anders als Daten-CDs behandelt. Sie werden nicht mit `mount` in das Dateisystem eingebunden, sondern mit speziellen Programmen direkt ausgelesen. Wenn Sie Audio-CDs abspielen möchten, stehen dazu gleich eine ganze Menge Programme zur Auswahl – etwa `kscd` oder `gtcd`. Auch das digitale Auslesen von Audio-Tracks (etwa zur späteren Umwandlung in MP3-Dateien) ist möglich. Einen Überblick über Audio- und MP3-Tools finden Sie ab Seite 991.

CD-R, CD-RW: Mit einem CD-Write oder CD-RW-Laufwerk können Sie selbst Daten- und Audio-CDs erzeugen. Dazu steht unter Linux eine ganze Palette von Programmen zur Verfügung, die ab Seite 1003 beschrieben werden.

Daten-DVDs: Die meisten Daten-DVDs können wie Daten-CDs angesprochen werden (sofern als Dateisystem das ISO-9660-Format verwendet wird). Bei manchen DVDs kommt das neuere Universal Disk Format (UDF) zum Einsatz. Das gilt auch für manche CDs, die in einem CD-RW-Laufwerk beschrieben wurden (*packet writing*). Linux kommt seit Kernel 2.4 mit UDF zurecht, allerdings muss bei `mount` unter Umständen das Dateisystem explizit angegeben werden (`-t udf`), damit Linux nicht das ISO-9660-Format verwendet.

Video-DVDs: Schwieriger wird es, wenn Sie unter Linux Video-DVDs ansehen möchten (das war ja der eigentliche Grund für die Entwicklung der DVD). Nachdem die DVD-

Industrie Linux lange Zeit ignorierte, entstanden schließlich Open-Source-Projekte zum Abspielen von DVDs. Diese Projekte fanden große Beachtung in den Medien, weil dabei die (relativ schwachen) DVD-Kopierschutzmechanismen geknackt wurden. Die technische Überwindung dieser Hürde löst allerdings nicht die vielen juristischen Probleme, die daraus entstehen. Daher werden Open-Source-Tools zum Ansehen von DVDs zurzeit selten mit den gängigen Distributionen mitgeliefert. Mittlerweile gibt es aber auch einige kommerzielle Programme zum Ansehen von DVDs, beispielsweise LinDVD und PowerDVD.

VERWEIS

Weitere Hinweise zum Umgang mit CD-ROM-Laufwerken finden Sie im CD-ROM-HOWTO. Ausführliche Informationen zum Schreiben von CDs gibt das CD-Writing-HOWTO. Informationen zu den Thema DVD und UDF finden Sie im Internet, beispielsweise hier:

<http://www.dvddemystified.com/>
<http://linuxvideo.org/>
<http://www.trylinux.com/projects/udf/>
<http://sourceforge.net/projects/linux-udf/>

Disketten

Der Umgang mit Disketten ähnelt dem mit CDs/DVDs. Auch Disketten müssen mit `mount` in das Dateisystem eingebunden werden. Weiters müssen Sie unbedingt daran denken, dass Sie `umount` ausführen, bevor Sie eine Diskette wieder aus dem Laufwerk nehmen – die Folge könnte sonst ein Datenverlust sein!

Es gibt aber auch Unterschiede im Vergleich zu CD-ROMs:

- Auf Disketten können sich die unterschiedlichsten Dateisysteme befinden. Relativ verbreitet sind neben DOS/Windows-Disketten (`vfat`) auch solche, die mit dem Linux-eigenen Dateisystem `ext2` formatiert sind (z. B. viele Boot-Disketten).
- DOS/Windows-Disketten können auch ohne `mount` verwendet werden, wenn Sie statt der normalen Dateikommandos (`cp`, `ls` etc.) die Kommandos des `mttools`-Pakets verwenden (z. B. `mcoppy`, `mdir` etc.) Diese Kommandos sind in Kapitel 22 ab Seite 951 beschrieben.

Die Zeile für Disketten in `/etc/fstab` sieht üblicherweise etwa so aus:

```
# /etc/fstab: Disketten
/dev/fd0          /mnt/floppy      auto      noauto,user,sync 0 0
```

`/dev/fd0` ist das Default-Disketten-Device. Auf manchen sicherheitsbewussten Systemen darf nur `root` auf diese Devices zugreifen. Wenn Sie auch normalen Anwendern den Zugriff ermöglichen wollen, müssen Sie diese Anwender in die `disk`-Gruppe aufnehmen und/oder die Zugriffsbits ändern (siehe Seite 215).

Wenn als Dateisystem `auto` angegeben wird, versucht Linux selbstständig das richtige Dateisystem zu verwenden.

Die Option `sync` bewirkt, dass Änderungen sofort gespeichert werden, anstatt sie für einige Sekunden im RAM zwischenspeichern und erst später auf die Diskette zu übertragen. `sync` minimiert die Gefahr des Datenverlusts, wenn Sie die Diskette irrtümlich ohne `umount` entnehmen.

Wenn Sie eine Diskette formatieren möchten, steht dazu das Kommando `fdformat` zur Verfügung (siehe Seite 935). Damit wird allerdings nur eine Low-Level-Formatierung durchgeführt. Um anschließend ein Dateisystem einzurichten, müssen Sie `mformat` (DOS/Windows) bzw. `mke2fs` (ext2) ausführen (siehe Seite 952 bzw. 263).

Netzwerkdateisysteme

Das Einbinden von Unix- und Windows-Netzwerkverzeichnis (NFS, Samba) wird in den Netzwerkkapiteln dieses Buchs beschrieben – siehe Seite 609. Vorweg zwei typische `/etc/fstab`-Zeilen für ein NFS- und ein Samba-Verzeichnis:

```
# /etc/fstab: NFS, Samba
uranus:/data      /unixdata      nfs      user,noauto,exec 0 0
//venus/c         /windowsdata   smbfs    user,noauto,exec 0 0
```

Virtuelle Dateisysteme (proc, usbdevfs, devpts, shmfs)

Linux kennt eine Reihe virtueller Dateisysteme. Dabei handelt es sich um Linux-interne Verwaltungsinformationen, die wie Dateisysteme angesprochen werden. Tatsächlich existieren diese Dateien aber nicht auf irgendeiner Festplatte, sondern werden vom Kernel zur Verfügung gestellt. Linux bzw. die unter Linux laufenden Programme sind auf diese Dateisysteme angewiesen. Details zu diesen Dateisystemen finden Sie auf Seite 238.

Zurzeit sind vier derartige Dateisysteme häufig im Einsatz:

- Das `proc`-Dateisystem stellt Informationen über die Kernel- und Prozessverwaltung zur Verfügung (Verzeichnis `/proc`).
- Das `usbdevfs`-Dateisystem hilft bei der Verwaltung von USB-Geräten (Verzeichnis `/proc/bus/usb`)
- Das `devpts`-Dateisystem stellt die Devices `/dev/pts` zur Verfügung. Dabei handelt es sich um virtuelle Pseudo-Terminals gemäß der Unix-98-Spezifikation, die von einigen Programmen zur Kommunikation benötigt werden.
- Das `shmfs` ist die Basis für *shared memory* gemäß System V. Es ermöglicht einen effizienten Datenaustausch zwischen zwei Programmen.

In `/etc/fstab` werden üblicherweise nur das `proc`- und das `devpts`-Verzeichnis eingetragen. Die restlichen Dateisysteme werden im Rahmen des Init-V-Prozesses direkt in den Verzeichnisbaum eingebunden.

```
# /etc/fstab: virtuelle Dateisysteme zur internen Verwaltung
devpts          /dev/pts          devpts defaults 0 0
proc            /proc              proc      defaults 0 0
```

Informationen darüber, wie die virtuellen Verzeichnisse tatsächlich in den Verzeichnisbaum integriert sind, erhalten Sie mit `cat /etc/mtab`:

```
user$ cat /etc/mtab
proc            /proc              proc      rw          0 0
devpts          /dev/pts          devpts    rw,mode=0620,gid=5 0 0
shmfs           /dev/shm          shm       rw          0 0
/proc/bus/usb   /proc/bus/usb     usbdevfs  rw          0 0
...
```

Swap-Partitionen und -Dateien

Das Einrichten einer Swap-Partition erfolgt normalerweise im Rahmen der Installation. Die dazugehörigen Zeilen in `/etc/fstab` sehen wie folgt aus:

```
# /etc/fstab: Swap-Partitionen
/dev/hda9       swap              swap      pri=1 0 0
/dev/hdc7       swap              swap      pri=1 0 0
```

Die Option `pri` bewirkt, dass die beiden Partitionen von Linux gleichwertig behandelt werden. Das bewirkt eine Geschwindigkeitssteigerung (wie bei Striping oder RAID-0, siehe Seite 274), sofern sich die Partitionen auf zwei voneinander unabhängigen Festplatten befinden.

Ob und wie viel Swap-Speicher zur Verfügung steht bzw. tatsächlich verwendet wird, kann mit dem Kommando `free` überprüft werden. Alle Angaben erfolgen in KByte. Im Beispiel unten stehen 141 MByte Swap-Speicher zur Verfügung, von denen aber momentan nur 2 MByte genutzt sind. Vom RAM (256 MByte) sind zurzeit ca. 205 MByte in Verwendung, der Rest wird als Puffer bzw. Cache für Dateien verwendet.

```
root# free
              total        used        free      shared    buffers     cached
Mem:          254924      246956         7968           0        1152       35256
-/+ buffers/cache:      210548      44376
Swap:        144504         2028      142476
```

Swap-Partition einrichten

Falls sich die Swap-Partition als zu klein herausstellt oder Sie aus anderen Gründen eine weitere Swap-Partition benötigen, richten Sie mit dem Programm `fdisk` eine neue Partition ein. Mit dem `fdisk`-Kommando `T` muss der Partitionstyp von 83 (Linux) auf 82 (Linux swap) gestellt werden. Nachdem die Partition mit `mkswap` formatiert wurde,

kann sie mit `swapon` aktiviert werden. Wenn das klappt, sollte ein entsprechender Eintrag in `/etc/fstab` durchgeführt werden.

Beachten Sie, dass aus Geschwindigkeitsgründen pro Festplatte nur eine Swap-Partition eingerichtet werden sollte. Idealerweise sollte sich die Swap-Partition auf einer sonst nicht oder wenig genutzten Festplatte befinden.

Swap-Dateien

Das Einrichten einer Swap-Datei ist eine Notlösung. Der Zugriff auf eine Swap-Datei ist erheblich langsamer als der Zugriff auf eine eigene Swap-Partition. Der einzige Vorteil besteht darin, dass keine eigene Partition erforderlich ist.

Swap-Dateien werden üblicherweise im Verzeichnis `/dev` angelegt. Der erste Schritt besteht darin, dass mit dem Kommando `dd` eine leere Datei mit einer vorgegebenen Größe erzeugt wird. Dabei wird als Datenquelle `/dev/zero` verwendet. Aus diesem Device können beliebig viele Nullbytes gelesen werden. Die Größenangabe erfolgt in Blöcken, wobei die Blockgröße auf 1024 Bytes eingestellt wird. Anschließend wird die Swap-Datei wie eine Swap-Partition mit `mkswap` formatiert und mit `swapon` aktiviert. Das folgende Beispiel erzeugt eine recht kleine Swap-Datei von knapp einem MByte.

```
root# dd bs=1024 if=/dev/zero of=/dev/swapfile count=1000
1000+0 records in
1000+0 records out
root# mkswap /dev/swapfile 1000
Setting up swapspace, size = 1019904 bytes
root# sync
root# swapon -v /dev/swapfile
swapon on device /dev/swapfile
```

Swap-Dateien können wie Swap-Partitionen in `fstab` aufgenommen werden:

```
# Erweiterung zu /etc/fstab
# Swap-Datei einbinden
/dev/swapfile none          swap          sw              0      0
```

6.8 Partitionierung der Festplatte (fdisk)

Während der Installation bietet beinahe jede Linux-Distribution tolle, einfach zu bedienende Werkzeuge zur Partitionierung der Festplatte. Merkwürdigerweise stehen diese Werkzeuge bei den meisten Distributionen im laufenden Betrieb nicht mehr zur Verfügung. Stattdessen müssen Sie die eher schwierig zu bedienenden Kommandos `fdisk`, `cfdisk` oder `parted` einsetzen, die alle in diesem Abschnitt beschrieben werden. (Eine löbliche Ausnahme ist Mandrake, dessen Partitionierungswerkzeug unter dem

Namen `diskdrake` aufgerufen werden kann. Leider ist das Programm trotz seiner grafischen Benutzeroberfläche auch nicht viel intuitiver zu bedienen als die textbasierten Kommandos.)

VORSICHT

Partitionierungsprogramme können den Inhalt Ihrer gesamten Festplatte zerstören! Lesen Sie diese Informationen, bevor Sie das Programm verwenden!

Sie dürfen nie Partitionen verändern, die momentan verwendet werden (d. h. die unter Linux angemeldet bzw. 'gemountet' sind)!

VERWEIS

Hintergrundinformationen zu Partitionen und Partitionstypen finden Sie in auf Seite 68. Wie Partitionen unter Linux benannt und nummeriert sind, wird auf Seite 70 beschrieben.

fdisk-Bedienung

`fdisk` ist leider nicht besonders intuitiv zu bedienen. Das Programm kann immer nur eine Festplatte bearbeiten, deren Device-Name beim Start angegeben werden muss (z. B. `/dev/hda` für die erste IDE-Festplatte, `/dev/sdc` für die dritte SCSI-Festplatte). Wenn Sie stattdessen die Option `-l` übergeben, zeigt `fdisk` eine Liste aller Partitionen auf allen Festplatten an.

HINWEIS

Wenn die Festplatte mehr als 1024 Zylinder besitzt, zeigt `fdisk` eine Warnung an. Wie auf Seite 98 beschrieben, können die Warnungen normalerweise ignoriert werden. Die Warnung betrifft nur die Linux-Boot-Partition, und auch das nur, wenn ein altes Mainboard (altes BIOS) verwendet wird.

Nach dem Start können Sie sich mit **(M)** (menu) eine kurze Übersicht der zur Verfügung stehenden Kommandos ausgeben lassen. **(P)** (print) zeigt eine Liste der Partitionen an, die zurzeit auf der ausgewählten Festplatte vorhanden sind.

Partitionstyp (primär, erweitert oder logisch): Mit **(N)** (new) können Sie neue Festplattenpartitionen einrichten. Dabei können maximal vier primäre Partitionen eingerichtet werden. Wenn mehr als vier Partitionen verwaltet werden sollen, muss eine der vier primären Partitionen als erweitert (extended) deklariert werden. Im Bereich der erweiterten Partition dürfen dann fast beliebig viele logische Partitionen eingerichtet werden (bei SCSI-Platten maximal zwölf, bei IDE-Platten maximal 60). Falls beim Einrichten einer neuen Festplattenpartition unterschiedliche Typen in Frage kommen (primär, erweitert oder logisch), antwortet `fdisk` mit einer zusätzlichen Rückfrage bezüglich des Partitionstyps.

Partitionsgröße: Nachdem geklärt ist, welchen Typ die neue Partition haben soll, fragt das Programm, an welcher Stelle die Partition beginnen soll (normalerweise beim ersten freien Zylinder) und wie groß sie sein soll (Endzylinder). Die Größenangabe kann auch bequemer in der Form `+nM` erfolgen (also `+2500` für eine 2500 MByte große Partition).

TIPP

Wie groß ein Zylinder ist, hängt von der Festplatte, vom BIOS und gegebenenfalls auch vom SCSI-Controller ab. Diese Information kann der zweiten Zeile der Ausgabe des Kommandos **(P)** entnommen werden. Im Beispiel unten sind es 16065 * 512 Byte, also 8 MByte.

Nach der Definition einer neuen Partition kann die gesamte Partitionstabelle mit **(P)** (print) angezeigt werden. Anschließend können weitere Partitionen definiert, bereits definierte Partitionen wieder gelöscht werden etc.

Partitions-ID: fdisk erzeugt neue Partitionen immer vom Typ *Linux native* (ID-Nummer 83). Wenn Sie einen anderen Typ benötigen, müssen Sie die ID-Nummer der neu eingerichteten Partition mit **(T)** (type) ändern. Übliche ID-Nummern sind:

82: Linux swap

83: Linux (für alle Linux-Dateisysteme: ext2, ext3, reiserfs etc.)

8e: Linux LVM

fd: Linux RAID autodetect

Eine Liste aller verfügbaren ID-Nummern (etwa zur Kennzeichnung einer Partition für ein anderes Betriebssystem) erhalten Sie mit **(L)**.

Änderungen speichern: fdisk führt sämtliche Änderungen erst dann aus, wenn Sie das Kommando **(W)** (write) ausführen. Vorher können Sie mit **(V)** (verify) überprüfen, ob alle internen Informationen mit der Platte übereinstimmen. Das ist eine zusätzliche Sicherheitskontrolle. Normalerweise besteht die Reaktion auf **(V)** nur darin, dass die Anzahl der von keiner primären oder logischen Partition erfassten (also noch ungenutzten) Sektoren zu je 512 Byte angezeigt wird.

TIPP

Wenn Sie sich unsicher sind, können Sie fdisk jederzeit mit **(Q)** (quit) oder auch mit **(Strg)+C)** verlassen – Ihre Festplatte bleibt dann so, wie sie ist.

VORSICHT

Wenn fdisk sich nach **(W)** mit der Warnung *Re-read table failed with error 16: Device or resource busy. Reboot your system to ensure the partition table is updated* meldet, sollten Sie diese Warnung ernst nehmen: Starten Sie Ihren Rechner neu, bevor Sie die neue Partition benutzen bzw. dort ein Dateisystem einrichten! (Die Warnung bedeutet, dass es fdisk nicht gelungen ist, die veränderten Partitionsdaten neu einzulesen. Das heißt im Regelfall, dass die Änderungen zwar durchgeführt wurden, aber erst nach einem Neustart gültig werden.)

VERWEIS

Die mit fdisk eingerichteten Partitionen sind noch leer, d. h. fdisk installiert kein Dateisystem! Die Kommandos zur Einrichtung eines Dateisystems hängen vom gewünschten Dateisystem ab – etwa `mkfs.ext2` für ein ext2-Dateisystem. Die Kommandos für die Dateisysteme ext2, ext3 und reiserfs werden in den Abschnitten 6.9, 6.10 und 6.11 beschrieben. Falls Sie eine Swap-Partition manuell einrichten möchten, finden Sie diesbezügliche Informationen auf Seite 254.

Partition vergrößern: Es ist mit `fdisk` prinzipiell nicht möglich, die Größe einer existierenden Partition ohne Datenverlust zu verändern. Die einzige Ausnahme liegt dann vor, wenn die zu ändernde Partition die letzte Partition auf der Festplatte ist (bzw. die letzte logische Partition innerhalb einer erweiterten Partition) und dahinter noch Platz frei ist. In diesem Fall können Sie diese Partition löschen und anschließend vergrößert neu anlegen.

`fdisk` verändert nur die Partitionstabelle, lässt die eigentlichen Daten also unberührt. Das bedeutet, dass das Dateisystem in der vergrößerten Partition nicht mitwächst. Damit ist nun ein Teil der Partition ungenutzt. Eine Vergrößerung des Dateisystems ist nur bei manchen Dateisystemen möglich (siehe Seite 265 und 273).

Generell ist die Veränderung einer Partition bzw. eines Dateisystems eine sehr gefährliche Operation, die nur Linux-Profis zu empfehlen ist! Führen Sie nach Möglichkeit vorher ein Backup durch!

fdisk-Beispiel

Das folgende Beispiel zeigt, wie auf einer 16 GByte großen Festplatte eine zusätzliche Linux-Partition eingerichtet wird. Bei der Festplatte handelt es sich um die zweite IDE-Festplatte im Rechner. `fdisk` wird deswegen mit dem Parameter `/dev/hdb` gestartet.

Das Kommando `(P)` gibt Auskunft über den aktuellen Zustand der Festplatte. Die Festplatte ist $255 * 63 * 2055 * 512$ Byte = 16120 MByte groß. Ein Zylinder ist $16065 * 512$ Byte = 7,8 MByte groß.

Es gibt eine primäre Partition (13 Zylinder, 102 MByte, FAT-Dateisystem für DOS/Windows) sowie eine erweiterte Partition (alle weiteren Zylinder, 16018 MByte). Darin befinden sich zurzeit fünf Linux-Datenpartitionen und eine Linux-Swap-Partition. In der erweiterten Partition sind die Sektoren 1334 bis 2055 noch frei (5663 MByte).

```
root# fdisk /dev/hdb
```

```
The number of cylinders for this disk is set to 2055.
```

```
There is nothing wrong with that, but this is larger than 1024,
and could in certain setups cause problems with:
```

- 1) software that runs at boot time (e.g., old versions of LILO)
- 2) booting and partitioning software from other OSs
(e.g., DOS FDISK, OS/2 FDISK)

```
Command (m for help): p
```

```
Disk /dev/hdb: 255 heads, 63 sectors, 2055 cylinders
```

```
Units = cylinders of 16065 * 512 bytes
```

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/hdb1	*	1	13	104391	6	FAT16
/dev/hdb2		14	2055	16402365	5	Extended
/dev/hdb5		14	17	32098+	83	Linux
/dev/hdb6		18	50	265041	82	Linux swap

/dev/hdb7	51	369	2562336	83	Linux
/dev/hdb8	370	687	2554303+	83	Linux
/dev/hdb9	688	1006	2562336	83	Linux
/dev/hdb10	1007	1333	2626596	83	Linux

Mit (N) wird nun eine neue, logische Partition erzeugt. Als Startzylinder wird der erste freie Zylinder verwendet. Die Größe wird mit +1500M angegeben. Anschließend wird die neue Partitionstabelle mit (P) nochmals angezeigt. Es zeigt sich, dass die tatsächliche Größe der neuen Partition 1506 MByte beträgt (weil fdisk auf ganze Zylinder runden muss).

Command (m for help): **n**

Command action

l logical (5 or over)

p primary partition (1-4)

l

First cylinder (1334-2055, default 1334): **<Return>**

Using default value 1334

Last cylinder or +sizeM (1334-2055, default 2055): **+1500M**

Command (m for help): **p**

Disk /dev/hdb: 255 heads, 63 sectors, 2055 cylinders

Units = cylinders of 16065 * 512 bytes

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/hdb1	*	1	13	104391	6	FAT16
/dev/hdb2		14	2055	16402365	5	Extended
/dev/hdb5		14	17	32098+	83	Linux
/dev/hdb6		18	50	265041	82	Linux swap
/dev/hdb7		51	369	2562336	83	Linux
/dev/hdb8		370	687	2554303+	83	Linux
/dev/hdb9		688	1006	2562336	83	Linux
/dev/hdb10		1007	1333	2626596	83	Linux
/dev/hdb11		1334	1525	1542208+	83	Linux

Mit (W) wird die geänderte Partitionstabelle gespeichert. Da einige andere Partitionen der Festplatte zurzeit genutzt werden, gelingt es nicht, die neue Tabelle korrekt einzulesen. Der Rechner sollte also neu gestartet werden, bevor die neue Partition genutzt wird.

Command (m for help): **w**

The partition table has been altered!

Calling ioctl() to re-read partition table.

Re-read table failed with error 16: Device or resource busy.

Reboot your system to ensure the partition table is updated.

Syncing disks.

fdisk-Tastenkürzel

fdisk-Tastenkürzel

(D)	Partition löschen (delete)
(L)	Partitions-ID-Nummer anzeigen (list)
(M)	Online-Hilfe (menu)
(N)	neue Partition anlegen (new)
(P)	Partitionsliste anzeigen (print)
(Q)	Programm beenden (ohne die Partitionstabelle zu verändern; quit)
(T)	Partitionstyp verändern (für Swap-Partition)
(V)	Partitionstabelle überprüfen (verify)
(W)	Partitionstabelle ändern (write)

cfdisk

cfdisk ist eine komfortablere Variante von fdisk. (Es handelt sich dabei um ein eigenständiges Programm, nicht nur um eine Benutzeroberfläche zu fdisk.) Die Bedienung erfolgt mit Cursortasten und über ein Menü. Das Programm zeigt nach dem Start alle gefundenen Partitionen mit ihrer Größe an. Mit \uparrow und \downarrow kann eine Partition, mit \leftarrow und \rightarrow kann ein Kommando ausgewählt werden. Außerdem stehen folgende Tastaturkommandos zur Verfügung:

cfdisk-Tastenkürzel

(H)	Online-Hilfe anzeigen
(N)	eine neue Partition
(D)	die ausgewählte Partition löschen
(T)	den Typ der Partition ändern (für Swap-Partitionen)
(Q)	Programm beenden (ohne die Partitionstabelle zu verändern)
(Shift)+(W)	Partitionstabelle ändern (write)

Tip

Unter X funktionieren in manchen Konsolenfenstern die Cursor-Tasten nicht. Diese sind zur Bedienung des Programms aber unbedingt erforderlich. Abhilfe: Starten Sie das Programm in einem xterm-Fenster oder in einer Textkonsole.

parted

Das Programm parted geht über die Funktionen von fdisk bzw. cfdisk weit hinaus. Es kümmert sich nicht nur um die Partitionierung, sondern (zumindest für die Dateisysteme ext2 und Windows-FAT) auch um den Inhalt von Partitionen. Das Programm kann beispielsweise dazu eingesetzt werden, um die Größe von Partitionen samt den darin

enthaltenen Dateisystemen ohne Datenverlust zu verändern oder um Partitionen zu verschieben.

Trotz der beeindruckenden Funktionspalette dieses Programms ist es bisher kaum verbreitet, was vielleicht an seiner Bedienung liegt. Die ist ähnlich wie bei `fdisk` und spricht eher Linux-Profis an.

Beim Start von `parted` muss das Festplatten-Device angegeben werden (Default: `/dev/hda`). `(←)` führt zur Anzeige der zur Auswahl stehenden Kommandos. Mit `h` können Sie einen sehr knappen Hilfetext zu einzelnen Kommandos anzeigen (etwa `h resize`).

`(P)` zeigt die Partitionstabelle an, wobei alle Angaben in MByte erfolgen (immer mit drei Nachkommastellen). Befehle zur Veränderung von Partitionen erwarten als Parameter immer eine so genannte *minor*-Nummer. Bei IDE-Festplatten handelt es sich dabei einfach um die Device-Nummer (also z. B. 7 für `/dev/hdb7`).

```
root# parted /dev/hdb
GNU Parted 1.4.11
Copyright (C) 1998, 1999, 2000, 2001 Free Software Foundation, Inc.
This program is free software, covered by the GNU General Public License.
GNU Parted's development is supported by Conectiva, www.conectiva.com
```

Using `/dev/hdb`

```
(parted) <Return>
  check MINOR                do a simple check on the filesystem
  cp [FROM-DEVICE] FROM-MINOR TO-MINOR    copy filesystem to
                                          another partition
  help [COMMAND]             prints general help, or help on COMMAND
  mklabel LABEL-TYPE         create a new disklabel (partition table)
  mkfs MINOR FS-TYPE         make a filesystem FS-TYPE on partititon MINOR
  mkpart PART-TYPE [FS-TYPE] START END     make a partition
  mkpartfs PART-TYPE FS-TYPE START END     make a partition with a filesystem
  move MINOR START END       move partition MINOR
  name MINOR NAME            name partition MINOR NAME
  print                     display the partition table
  quit                      exit program
  resize MINOR START END     resize filesystem on partition MINOR
  rm MINOR                   delete partition MINOR
  select DEVICE              choose the device to edit
  set MINOR FLAG STATE       change a flag on partition MINOR
(parted) p
```

Disk geometry for `/dev/hdb`: 0.000-29311.734 megabytes

Disk label type: msdos

Minor	Start	End	Type	Filesystem	Flags
1	0.031	101.975	primary	FAT	
2	101.975	29306.074	extended		
5	102.006	203.950	logical	ext2	
6	203.981	6204.792	logical	ntfs	
7	6204.823	8205.073	logical	FAT	
8	8205.104	10707.385	logical	ext2	
9	10707.416	15209.978	logical	ext2	
10	15210.009	20206.757	logical	ntfs	
11	20206.789	23077.749	logical	ext2	

parted wird nicht mit allen Distributionen mitgeliefert und noch seltener automatisch installiert. Weitere Informationen zum Programm sowie eine Download-Möglichkeit finden Sie unter:

<http://www.gnu.org/software/parted/>

6.9 ext2-Dateisystem

Wie in diesem Kapitel bereits mehrfach erwähnt wurde, ist das ext2-Dateisystem zurzeit das populärste Linux-Dateisystem. Kurz die wichtigsten Eckdaten (in Kombination mit Kernel 2.4):

- maximale Partitionsgröße: 2 TByte
- maximale Dateigröße: 16 GByte, 256 GByte, 2 TByte (je nach Blockgröße)
- maximale Länge für Dateinamen: 255 Byte
- keine Journaling-Funktionen

Die immer wieder auftauchende Frage, welches die maximale Dateigröße ist, lässt sich leider schwer beantworten. Sie hängt von der Kernel-Version, von der CPU-Architektur, der glibc-Version und der beim Formatieren verwendeten Blockgröße ab. Die drei Größenangaben oben gelten bei einer Blockgröße von 1, 2 oder 4 kByte. (Die Blockgröße gibt an, welches die kleinste Dateneinheit auf der Festplatte ist. Jede Datei – auch wenn sie nur wenige Byte umfasst – beansprucht mindestens einen Block. Die Blockgröße eines vorhandenen Dateisystems können Sie mit `dumpe2fs` feststellen.)

Falls Sie noch mit Kernel 2.2 arbeiten und eine 32-Bit-CPU verwenden (z. B. Intel Pentium oder kompatible CPUs), beträgt die maximale Dateigröße 2 GByte.

Mehr Details (inklusive einiger sehr übersichtlicher Abbildungen) zum Linux-Dateisystem finden Sie im Linux-Anwenderhandbuch von LunetIX (siehe Quellenverzeichnis). Sehr hilfreich ist auch der folgende Text im Internet:

Filesystem-HOWTO

</usr/src/linux/Documentation/filesystems/ext2.txt>

<http://e2fsprogs.sourceforge.net/ext2.html>

<http://e2fsprogs.sourceforge.net/ext2intro.html>

Allgemeine Informationen zur Organisation eines Unix-Dateisystems (ohne Berücksichtigung der Linux-Besonderheiten) finden Sie in schließlich jedem besseren Unix- oder Informatiklehrbuch.

Warum ext2?

In diesem Buch wurde mehrfach erwähnt, dass es eine Reihe von Alternativen zu ext2 gibt (reiserfs, SGI xfs, IBM jfs, ext3). Jede dieser Alternativen hat Vorteile gegenüber ext2. Warum also noch ext2 verwenden?

- ext2 ist das bei weitem am besten getestete und stabilste Dateisystem für Linux.
- Wenn irgendetwas schief geht und Sie Ihr Linux-System nicht mehr starten können, ist es vergleichsweise einfach, auf ein ext2-System von außen zuzugreifen (z. B. mit einer Notfalldiskette) und eventuell einzelne Dateien zu verändern. Bei allen anderen Dateisystemen ist dies (noch) komplizierter.
- ext2-Partitionen können auch von Windows aus gelesen und zum Teil sogar verändert werden (siehe unten).

Windows-Zugriff auf ext2-Partitionen

Es gibt eine ganze Reihe von Programmen, mit denen Sie von Windows aus auf ext2-Partitionen zugreifen können. Beachten Sie, dass die Programme unterschiedlich ausge-reift sind. Ich selbst habe nur EXPLORE2FS unter Windows 2000 getestet (ohne Probleme).

ext2-Zugriff unter Windows 9x/SE/ME: FSDEXT2 (read only)

<http://www.yipton.demon.co.uk/>

ext2-Zugriff unter Windows NT/2000/XP: EXPLORE2FS

(read only, experimentell auch read/write und Windowx 9x/SE/ME)

<http://uranus.it.swin.edu.au/~jn/linux/explore2fs.htm>

ext2-Zugriff unter Windows NT/2000/XP: Ext2FS Anywhere

(Demo-Version read only, kommerzielle Version read/write)

http://www.partition-manager.com/n_ext2fs_main.htm

ext2-Dateisystem einrichten

Wenn Sie ein neues ext2-Dateisystem anlegen möchten, benötigen Sie dazu eine leere Partition. (Genau genommen braucht die Partition nicht leer zu sein, nur sollte Ihnen klar sein, dass alle bisher darin gespeicherten Daten verloren gehen.) Zum Anlegen des Dateisystems verwenden Sie das Kommando `mkfs -t ext2` oder einfacher `mke2fs`. Außer dem Device-Namen können Sie einige Parameter angeben.

`-b n`

bestimmt die Blockgröße (Default: 1024 Bytes). `n` muss eine Zweier-Potenz größer gleich 1024 sein (also 1024, 2048, 4096). Wenn Linux auf einer DEC-Alpha-CPU ausgeführt wird, ist auch 8192 erlaubt. Generell gilt: je größer die Blockgröße ist, desto größer ist die maximale Dateigröße (siehe oben), desto größer ist aber auch der Overhead beim Speichern kleiner Dateien.

-c führt vor dem Einrichten des Datenträgers einen Test durch, ob defekte Blöcke existieren.

-i n

gibt an, nach jeweils wie vielen Bytes ein I-Node eingerichtet wird. (I-Nodes sind interne Verwaltungseinheiten eines Dateisystems. In einem I-Node werden alle Verwaltungsinformationen einer Datei mit Ausnahme des Namens – also Zugriffsbits, Besitzer, Datum des letzten Zugriffs etc. – gespeichert. Beim ext2-Dateisystem wird die Anzahl der I-Nodes unveränderlich beim Formatieren festgelegt.)

Beispielsweise gibt es bei $n=4096$ pro MByte $1048576/4096=256$ I-Nodes, d. h. es können pro MByte maximal 256 Dateien oder Verzeichnisse gespeichert werden, egal wie klein die Dateien sind.

Wenn Sie sehr viele sehr kleine Dateien speichern möchten, sollten Sie n kleiner wählen. Der Minimalwert beträgt 1024 (entspricht 2048 Dateien pro MByte). Allerdings ist es nicht sinnvoll, den Wert kleiner als die Blockgröße zu wählen, da pro Block ohnedies nur eine Datei gespeichert werden kann. Wenn Sie dagegen nur sehr wenige sehr große Dateien speichern möchten, können Sie n auch größer wählen. Sie verringern damit den Verwaltungs-Overhead.

-m n

gibt an, wie viel Prozent des Datenträgers für Daten von root reserviert werden sollen (Default: 5 Prozent). Dieser Reservespeicher ermöglicht es root selbst dann noch zu arbeiten, wenn das Dateisystem für alle anderen Benutzer bereits restlos voll ist. Es handelt sich also um eine Sicherheitsreserve.

Im folgenden Beispiel wird auf der 1,5 GByte großen Partition `/dev/hdb11` ein ext2-Dateisystem eingerichtet. `mke2fs` entscheidet sich selbstständig für eine Blockgröße von 4 kByte und für 128 I-Nodes pro MByte (entspricht `-i 8192`).

```
root# mke2fs /dev/hdb11
mke2fs 1.19, 13-Jul-2000 for EXT2 FS 0.5b, 95/08/09
Filesystem label=
OS type: Linux
Block size=4096 (log=2)
Fragment size=4096 (log=2)
193152 inodes, 385552 blocks
19277 blocks (5.00%) reserved for the super user
First data block=0
12 block groups
32768 blocks per group, 32768 fragments per group
16096 inodes per group
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912
```

Größe eines ext2-Dateisystems ändern

Zusammen mit den Standardkommandos zur Administration eines ext2-Dateisystems wird `resize2fs` mitgeliefert. Mit diesem Kommando können Sie ein ext2-Dateisystem vergrößern oder verkleinern. Beachten Sie aber, dass Sie vorher auch die Größe der Partition ändern müssen (siehe Seite 255).

Im folgenden Beispiel wird zuerst die 1,5 GByte große Partition `/dev/hdb11` gelöscht und mit 2 GByte neu angelegt. Das ist nur deswegen ohne Probleme möglich, weil es sich bei dieser Partition um die letzte Partition der Festplatte handelt und auf der Festplatte noch Platz frei ist. (Vorher muss `umount` ausgeführt werden!)

```
root# fdisk /dev/hdb
Command (m for help): p
Disk /dev/hdb: 255 heads, 63 sectors, 2055 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 bytes
   Device Boot      Start         End      Blocks    Id  System
   ...
/dev/hdb11          1334          1525     1542208+   83  Linux

Command (m for help): d
Partition number (1-11): 11

Command (m for help): n
Command action
   l   logical (5 or over)
   p   primary partition (1-4)
  1
First cylinder (1334-2055, default 1334): <Return>
Using default value 1334
Last cylinder or +sizeM (1334-2055, default 2055): +2000M

Command (m for help): w
The partition table has been altered!
Re-read table failed with error 16: Device or resource busy.
Reboot your system to ensure the partition table is updated.
```

Nach einem Neustart ist es kein Problem, das Dateisystem für die Partition `/dev/hdb11` zu vergrößern:

```
root# resize2fs /dev/hdb11
resize2fs 1.19 (13-Jul-2000)
The filesystem on /dev/hdb11 is now 512064 blocks long.
```

Alternativen zu `resize2fs`

Zu `resize2fs` gibt es mehrere Alternativen: `ext2resize`, `online-ext2` und `parted`. Die Besonderheit von `online-ext2` besteht darin, dass Dateisysteme im laufenden Betrieb (ohne `umount`) vergrößert werden können. Auch eine Entwicklerversion von `ext2resize` ist dazu in der Lage. Weitere Details finden Sie hier:

```
http://ext2resize.sourceforge.net/  
http://www-mddsp.enel.ucalgary.ca/People/adilger/online-ext2/  
http://www.gnu.org/software/parted/
```

Eine wesentliche Einschränkung ist aber dieselbe wie bei `resize2fs`: Die Programme können nur eingesetzt werden, wenn eine Veränderung der Partitionsgröße möglich ist. Ist das nicht der Fall (weil unmittelbar hinter der Partition kein freier Platz ist), können Sie eine zweite Partition woanders erzeugen (auch auf einer anderen Festplatte) und einen Verzeichnisbaum des zu kleinen Dateisystems dorthin verschieben.

Noch eleganter können Sie das Problem eines zu kleinen Dateisystems lösen, wenn Sie mit LVM arbeiten (siehe Seite 280). Damit können Sie Partitionen jederzeit vergrößern.

Wartung, Reparatur, Defragmentierung

Automatische Dateisystemüberprüfung: Innerhalb der Verwaltungsdaten des Dateisystems existiert ein so genanntes Valid-Bit, das beim Hochfahren des Systems (genauer: beim Einbinden der Festplatte in das Dateisystem durch `mount`) gelöscht wird. Erst wenn die Festplatte beim Herunterfahren des Systems regulär wieder abgemeldet wird (`umount`) und dabei alle im RAM zwischengespeicherten Informationen gesichert werden, wird dieses Valid-Bit wieder gesetzt.

Beim nächsten Start von Linux wird das Valid-Bit überprüft. Wenn es auf 0 steht, das Dateisystem also nicht ordnungsgemäß abgemeldet worden ist (Stromausfall, Druck auf die Reset-Taste), wird für das Dateisystem automatisch eine Kontrolle und Reparatur des Dateisystems durch eingeleitet (bei `ext2` durch das Programm `e2fsck`). Leider dauert die Überprüfung des Dateisystems bei großen Partitionen sehr lange. (Dies ist einer der größten Nachteile des `ext2`-Dateisystems. Die Verwendung eines Journaling-Dateisystems – z. B. `reiserfs`, `SGI xfs`, `IBM jfs` und `ext3` – vermeidet diese aufwändige Kontrolle.)

In vielen Fällen stellt sich bei einer Überprüfung zum Glück heraus, dass nicht viel passiert ist. Andernfalls werden die Reste nicht mehr rekonstruierbarer Dateien im `/lost+found`-Verzeichnis der jeweiligen Partition gespeichert. Falls es sich um Textdateien gehandelt hat, können Sie vielleicht aus den Überresten noch brauchbare Informationen entnehmen.

HINWEIS

Bei den meisten Distributionen wird die automatische Überprüfung per Default nur für die Systempartition durchgeführt. Für alle weiteren Dateisysteme wird lediglich während des Init-V-Prozesses ein Hinweis angezeigt, dass das Dateisystem überprüft werden sollte. Aus diesem Grund lohnt es sich, während des Rechnerstarts einen Blick auf den Bildschirm zu werfen. Es liegt in Ihrer Verantwortung, diese Überprüfung tatsächlich durchzuführen.

Wenn Sie möchten, dass alle Linux-Partitionen überprüft werden sollen, sollten Sie für diese Partitionen in `/etc/fstab` in der sechsten Spalte die Ziffer 2 (statt 0) angeben.

Falls es bei der Reparatur der Systempartition zu Problemen kommt, wird diese nur read-only eingebunden. Zur Behebung der Fehlerursache – etwa eines falschen Eintrags in `/etc/fstab` – ist es aber oft erforderlich, Änderungen im Dateisystem durchzuführen. Dazu führen Sie folgendes Kommando aus. Damit wird die Systempartition neu eingebunden, wobei jetzt auch Schreibzugriffe möglich sind.

```
root# mount -o remount /
```

TIPP

In regelmäßigen Abständen wird eine automatische Dateisystemkontrolle durchgeführt, auch dann, wenn der Rechner immer korrekt heruntergefahren wird. Dazu kommt es nach einer vorgegebenen Anzahl von Bootprozessen (*/dev/xxx has reached maximal mount count*) bzw. nach einer vorgegebenen Zeitspanne seit der letzten Kontrolle. Die Häufigkeit der automatischen Kontrolle kann durch `tune2fs` eingestellt werden (siehe Seite 974).

Manuelle Dateisystemüberprüfung: Damit Sie ein Dateisystem manuell mit `fsck` überprüfen können, darf das Dateisystem nicht (oder zumindest nur read-only) gemountet sein. Datenpartitionen können Sie einfach mit `umount` abmelden. Bei der Systempartition ist das aber nicht möglich. In diesem Fall können Sie den Rechner im Single-User-Modus und Read-Only hochfahren. Dazu müssen Sie bei LILO die zusätzlichen Bootoptionen `ro single` angeben. Noch einfacher ist es, vor dem Reboot einfach die Datei `/force-fsck` zu erzeugen. Wenn diese Datei existiert, wird bei fast allen Distributionen automatisch eine Überprüfung des Dateisystems durchgeführt. Eine dritte Variante besteht darin, dass Sie den Rechner mit einem Rescue-System hochfahren und `e2fsck` von dort ausführen.

Fragmentierung: Unter 'Fragmentierung' versteht man den Zustand, dass einzelne Dateien nicht in aneinander liegenden Blöcken, sondern über die ganze Partition verteilt gespeichert werden. Dazu kann es kommen, wenn abwechselnd Dateien gelöscht, neu angelegt, verlängert oder verkürzt werden. Die Fragmentierung kann den Dateizugriff erheblich verlangsamen.

Bei ext2 besteht normalerweise keine Notwendigkeit zur Defragmentierung, weil das Dateisystem eine Fragmentierung weitgehend vermeidet. Sie sollten allerdings darauf achten, dass das Dateisystem nie zu mehr als ca. 90-95 Prozent mit Daten gefüllt ist.

Nichtsdestotrotz gibt es ein Defragmentierungsprogramm für ext2. Es wird allerdings seit Jahren nicht mehr gewartet und sollte nur von Linux-Profis eingesetzt werden (wenn überhaupt).

`ftp://ftp.uk.linux.org/pub/linux/sct/defrag`

6.10 ext3-Dateisystem

Als diese Zeilen geschrieben wurden, befand sich das Dateisystem ext3 zwar noch immer im Beta-Test, wurde aber von drei Distributionen bereits während der Installation unterstützt: Mandrake 8.1, Red Hat 7.2 und SuSE 7.3. Die wesentlichsten Vorteile von ext3 gegenüber ext2 sind:

- Dank der Journaling-Funktion entfällt nach einem Absturz die zeitaufwändige Kontrolle des Dateisystems.
- Das Dateisystem ist auf- und abwärtskompatibel zu ext2. Das bedeutet, dass vorhandene ext2-Dateisysteme problemlos in ext3-Dateisysteme umgewandelt werden können. Umgekehrt können ext3-Dateisysteme auch als ext2-Dateisysteme verwendet werden, sofern `umount` ordentlich ausgeführt wurde. (Nach einem Crash muss das Dateisystem aber zuerst mit einem ext3-System hochgefahren werden!)
- Laut Informationen von Red Hat ist das Dateisystem sogar etwas effizienter als ext2. Zwar bremst der Journaling-Overhead, dafür wurden viele andere Funktionen optimiert. (Ich habe diese Aussagen aber nicht selbst überprüft.)

Allerdings gibt es auch Nachteile:

- Das Dateisystem ist noch ganz neu und daher noch nicht so ausgereift wie ext2.
- Die Logging-Dateien für die Journaling-Funktionen benötigen zusätzlichen Platz.
- Als dieser Text geschrieben wurde, gab es noch Probleme im Zusammenspiel mit den Quota-Funktionen.
- Die verfügbare Dokumentation zu ext3 ist noch spärlich, weswegen leider auch dieser Abschnitt nur wenige Informationen über ext3-Interna vermitteln kann.

Damit ext3 verwendet werden kann, muss ein Kernel mit ext3-Unterstützung verwendet werden. Als dieser Text geschrieben wurde, war ext3 noch nicht offizieller Bestandteil des Kernels.

Weitere Informationen zu ext3 finden Sie unter:

VERWEIS

`http://www.uow.edu.au/~andrewm/linux/ext3/`
`ftp://ftp.uk.linux.org/pub/linux/sct/fs/jfs/README`
`http://olstrans.sourceforge.net/release/OLS2000-ext3/`
`http://people.spoiled.org/jha/ext3-faq.html`
`/usr/src/linux/Documentation/filesystems/ext2.txt`

ext3-Dateisystem einrichten

Die Kommandos zur Administration von ext3-Dateisystemen sind dieselben wie für ext2-Dateisysteme. Daher wird auch ein ext3-Dateisystem mit `mke2fs` erzeugt. Der entscheidende Unterschied ist die Option `-j`, die dafür verantwortlich ist, dass im Dateisystem die Journaling-Datei eingerichtet wird. (Diese Journaling-Datei verwendet spezielle I-Nodes des Dateisystems und ist daher vollkommen unsichtbar. Die Journaling-Datei enthält nur Informationen über Dateien, die noch nicht vollständig auf der Festplatte gespeichert wurden. Sobald das der Fall ist, gilt der Eintrag als *committed* und kann durch neue Daten überschrieben werden. Aus diesem Grund braucht die Journaling-Datei nicht besonders groß zu sein.)

```
root# mke2fs -j /dev/hda12
```

Statt `-j` können Sie auch `-J` verwenden, wenn Sie zusätzliche Parameter angeben möchten – siehe die `man`-Seite zu `mke2fs`. Damit können Sie beispielsweise die Größe der Journaling-Datei einstellen. Mit `-J device=/dev/xxx` erreichen Sie, dass die Journaling-Datei in einem anderen Device angelegt wird. (Dadurch werden aber die Administration und die Wiederherstellung des Dateisystems nach einem Crash komplizierter. Diese Option ist nur für ext3-Profis gedacht.)

Beachten Sie, dass trotz der Journaling-Funktion weiterhin per Default in regelmäßigen Abständen eine automatische Überprüfung des gesamten Dateisystems durch `e2fsck` durchgeführt wird (bei Red Hat 7.2 spätestens nach 28 `mount`-Operationen oder nach 180 Tagen). Da der Zweck eines Journaling-Dateisystems ja gerade ist, diese zeitaufwändige Prozedur zu vermeiden, sollten Sie mit `tune2fs` die Überprüfungsintervalle erhöhen oder die regelmäßige Überprüfung ganz abstellen:

```
root# tune2fs -i 0 -c 0 /dev/hda12
```

Das Dateisystem kann nun mit `mount` getestet werden. Den Dateisystemtyp können Sie `ext3` oder `auto` angeben:

```
root# mount -t ext3 /dev/hda12 /test
```

Konvertierung ext2 → ext3

Wenn Sie ein vorhandenes ext2-Dateisystem in ein ext3-Dateisystem umwandeln möchten, führen Sie einfach das unten angegebene Kommando aus. Sie müssen dazu nicht einmal `umount` ausführen!

```
root# tune2fs -j /dev/hda5
```

Falls auf Ihrem Rechner mehrere Distributionen installiert sind, ist sogar ein ext2/ext3-Mischbetrieb möglich. Ein Linux-Kernel ohne ext3-Unterstützung betrachtet die ext3-Partition einfach als ext2-Partition und ignoriert die Journaling-Datei. Dazu muss aller-

dings sichergestellt werden, dass das Dateisystem bei der letzten ext3-Nutzung fehlerfrei heruntergefahren wurde. (Nach einem Crash im ext3-Modus muss die Partition zuerst durch einen Neustart des ext3-Systems repariert werden, bevor sie wieder als ext2-Partition genutzt werden kann!)

Wenn Sie beim Kommando `mount` oder in `/etc/fstab` das Dateisystem `auto` angeben, wird das Dateisystem je nach Vorhandensein der ext3-Funktionen im Kernel automatisch als ext2- oder als ext3-System erkannt.

Journaling-Modi

ext3 kennt drei verschiedene Verfahren, wie das Journaling durchgeführt wird:

- `data=ordered`: Das ist der Defaultmodus. Im Journal werden nur Metadaten gespeichert (also Informationen über Dateien, aber nicht die Inhalte der Dateien). Im Journal werden Dateien erst dann als korrekt *committed*) gekennzeichnet, wenn sie vollständig auf der Festplatte gespeichert worden sind.

Nach einem Crash kann das Dateisystem sehr rasch wieder in einen konsistenten Zustand gebracht werden, weil alle unvollständig gespeicherten Dateien anhand des Journals sofort erkannt werden. Es ist aber nicht möglich, unvollständig gespeicherte Dateien wiederherzustellen.

- `data=writeback`: Dieser Modus ähnelt dem `ordered`-Modus. Der einzige Unterschied besteht darin, dass das Journal und die Dateioperationen nicht immer vollständig synchron sind. (ext3 wartet mit den *committed*-Einträgen im Journal nicht auf den Abschluss der Speicheroperation auf der Festplatte.)

Dieser Modus ist etwas schneller als der `ordered`-Modus. Nach einem Crash ist die Integrität des Dateisystems ebenso wie beim `ordered`-Modus sichergestellt. Allerdings kann es vorkommen, dass Dateien alte Daten enthalten. (Das Ergebnis ist dasselbe wie bei einem ext2-System, das nach einem Crash durch `fsck` repariert wird. Allerdings erfolgt die Korrektur bei ext3 ungleich schneller.)

- `data=journal`: Im Gegensatz zu den beiden anderen Modi werden jetzt im Journal auch die tatsächlichen Daten gespeichert. Dadurch müssen alle Änderungen *zweimal* gespeichert werden (zuerst in das Journal und dann in die betroffene Datei). Deswegen ist ext3 in diesem Modus deutlich langsamer. Dafür können nach einem Crash Dateien wiederhergestellt werden, deren Änderungen bereits vollständig in das Journal (aber noch nicht in der Datei) eingetragen worden sind.

Wenn Sie `mount` ohne besondere Optionen verwenden, gilt `data=ordered`. Wenn Sie ein anderes Journaling-Verfahren verwenden möchten, geben Sie den Modus mit `-o an`, beispielsweise so:

```
root# mount -t ext3 -o data=journal /dev/hda12 /test
```

Natürlich können Sie das Journaling-Verfahren auch in `/etc/fstab` angeben:

```
# in /etc/fstab
/dev/hda12      /test      ext3      data=journal  1 0
```

Intern kümmert sich der in den Kernel integrierte Journal-Dämon `kjournald` um die regelmäßige Aktualisierung der Journaling-Datei. Dieser Prozess wird automatisch gestartet, sobald ein ext3-Dateisystem mit `mount` in den Verzeichnisbaum eingebunden wird.

6.11 reiserfs-Dateisystem

Das reiserfs-Dateisystem war das erste Dateisystem mit Journaling-Funktion, das mit Version 2.4.1 in den offiziellen Linux-Kernel aufgenommen wurde. Damit sollte es bei allen Distributionen, die auf Kernel 2.4 basieren, automatisch als Kernel-Modul zur Verfügung stehen. Eventuell müssen Sie noch ein Paket mit den Administrationskommandos (z. B. `mkreiserfs`) installieren.

Nicht alle Distributionen unterstützen Reiserfs gleich gut. Bei Mandrake und SuSE können Sie bereits während der Installation reiserfs-Dateisysteme erzeugen (auch für die Root-Partition). Red Hat unterstützt noch keine reiserfs-Installation, liefert aber seit Version 7.1 sowohl die reiserfs-Kommandos als auch das entsprechende Kernel-Modul mit.

Kurz die wesentlichsten Vorteile von reiserfs gegenüber ext2:

- Journaling-Funktion (daher entfällt nach einem Absturz die zeitaufwändige Kontrolle des Dateisystems)
- Effizienter im Umgang mit kleinen Dateien (weniger Platzbedarf auf der Festplatte, schneller)
- Effizienter, wenn sehr viele Dateien in einem Verzeichnis gespeichert werden

Allerdings gibt es auch Nachteile:

- Das Dateisystem ist noch nicht so ausgereift wie ext2 (aber dafür bereits deutlich länger im Einsatz als ext3).
- Das Dateisystem ist inkompatibel zu ext2, d. h., es ist nicht ohne weiteres möglich, vorhandene ext2-Partitionen in reiserfs-Partitionen umzuwandeln.
- Bei manchen Dateioptionen ist die CPU-Belastung größer.
- Die Logging-Dateien für die Journaling-Funktionen benötigen zusätzlichen Platz.
- Die Kombination mit NFS oder Quotas bereitet Probleme (die möglicherweise demnächst gelöst sind).
- reiserfs steht noch nicht für alle von Linux unterstützten CPU-Architekturen zur Verfügung.

Intern entspricht das Journaling-System von reiserfs dem ext3-Modus `data=write-back` (siehe oben). Die maximale Partitionsgröße für reiserfs beträgt zurzeit ca. 17 TByte

(reiserfs Version 3.6). Die Dateigröße ist nur durch die Partitionsgröße limitiert. (Bei reiserfs 3.5 betrug die maximale Dateigröße 4 GByte.) Unzählige weitere Informationen, Benchmark-Ergebnisse, FAQs etc. finden Sie hier:

<http://namesys.com/>

HINWEIS

Dieser Abschnitt beschreibt reiserfs 3.*n*. Auf der namesys.com-Homepage wird für September 2002 Reiser 4 angekündigt, also die nächste Version von reiserfs. Das Dateisystem wird dann dank eines Modulkonzepts besser erweiterbar sein.

reiserfs-Dateisystem einrichten

Zum Einrichten eines reiserfs-Dateisystems in einer Partition verwenden Sie `mkreiserfs`. Das Kommando ist einfach zu bedienen, weil im Regelfall keine einzige Option angegeben werden muss. (Zur Partitionierung verwenden Sie wie üblich `fdisk`. reiserfs-Partitionen sollten dieselbe Dateisystem-ID wie ext2-Partitionen haben, also 83.)

```
root# mkreiserfs /dev/hdb11
reiserfsprogs 3.x.0j
Creating reiserfs of 3.5 format
Block size 4096 bytes
Block count 512064
Used blocks 8227
Free blocks count 503837
First 16 blocks skipped
Super block is in 16
Bitmap blocks (16) are :
    17, 32768, 65536, 98304, 131072, 163840, 196608, 229376,
    262144, ... 491520
Journal size 8192 (blocks 18-8210 of file /dev/hdb11)
Root block 8211
Hash function "r5"
ATTENTION: YOU SHOULD REBOOT AFTER FDISK!
(y/n)      ALL DATA WILL BE LOST ON '/dev/hdb11'!  y
Initializing journal
Syncing.
```

Jetzt müssen Sie nur noch ein `mount`-Kommando ausführen, und schon können Sie das Dateisystem nutzen:

```
root# mount -t reiserfs /dev/hdb11 /test
```

Größe eines reiserfs-Dateisystems ändern

Mit dem Kommando `resize_reiserfs` können Sie die Größe eines reiserfs-Dateisystems ändern. Vorher müssen Sie allerdings die Größe der Partition ändern (siehe auch Seite 265, wo Sie ein vergleichbares Beispiel für das ext2-Dateisystem finden). Beachten Sie bitte, dass `resize_reiserfs` zurzeit noch Beta-Status hat, also nicht ausgereift ist. Führen Sie unbedingt vorher ein Backup durch! (Im Beispiel unten wurde eine fast leeres Dateisystem von 2 auf 1,5 GByte verkleinert.)

```
root# resize_reiserfs /dev/hdb11
reiserfsprogs 3.x.0j
You are running BETA version of reiserfs shrinker.
This version is only for testing or VERY CAREFUL use.
Backup of you data is recommended.
Do you want to continue? [y/N]: y
Fetching on-disk bitmap..done
Processing the tree ...
nodes processed (moved):
    int          4 (0),
    leaves       490 (0),
    unfm         3707 (0),
    total        4201 (0).

ReiserFS report:
blocksize          4096
block count        385552 (512064)
free blocks        373129 (499637)
bitmap block count 12 (16)
```

LILLO, Konvertierung vorhandener Partitionen

LILLO: Wenn die Systempartition das reiserfs-Dateisystem verwendet, müssen Sie bei der LILLO-Konfiguration darauf achten, dass das reiserfs-Modul Bestandteil der RAM-Disk-Datei ist. Informationen zum Einrichten einer derartigen Datei, aus der LILLO während des Bootens Module lädt, finden Sie auf Seite 332.

Änderung des Dateisystemtyps: Es gibt keine Werkzeuge, die die Umwandlung eines Dateisystemtyps ermöglichen. Sie müssen den gesamten Inhalt der Partition (z. B. mit `tar`) in eine zweite Partition kopieren, die Ausgangspartition neu formatieren und die Daten dann zurückkopieren. Danach müssen Sie sicherstellen, dass ein Booten möglich ist (also LILLO neu einrichten). Der gesamte Vorgang ist relativ kompliziert und nur etwas für Linux-Profis. Eine Anleitung finden Sie in der FAQ auf <http://namesys.com/>.

6.12 RAID

Grundlagen

RAID steht für *Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks* (es gibt zwei Definitionen). Die Grundidee besteht darin, Partitionen mehrerer Festplatten logisch miteinander zu verknüpfen. Das Ziel ist dabei, ein zuverlässigeres und/oder schnelleres Gesamtsystem zu erreichen:

- Durch RAID kann die Datenübertragung gesteigert werden, indem der Datenzugriff quasi parallel erfolgt: Während das System beispielsweise auf Daten von Festplatte 1 wartet, können bereits weitere Daten von Festplatte 2 angefordert werden etc.
- Durch RAID kann aber auch die Sicherheit gesteigert werden, indem Daten redundant (mehrfach) gespeichert werden. Das ist dann allerdings mit Geschwindigkeitseinbußen verbunden und beansprucht zusätzlichen Speicherplatz.

Der folgende Überblick über verschiedene RAID-Level geht davon aus, dass Partitionen *unterschiedlicher* Festplatten miteinander verbunden werden. (Theoretisch können auch Partitionen *einer* Festplatte verbunden werden, das ist aber nicht sinnvoll – weder vom Sicherheits- noch vom Geschwindigkeitsstandpunkt aus.)

Die gebräuchlichsten RAID-Level

Linear Concatenation: Hier werden mehrere physikalische Partitionen zu einer größeren virtuellen Partition verbunden. Der Vorteil besteht darin, dass sehr große Partitionen gebildet werden können, die über mehrere Festplatten reichen. Es gibt keinen Geschwindigkeitsvorteil, und das Ausfallrisiko ist höher. (Wenn eine Festplatte ausfällt, sind *alle* Daten verloren.)

RAID-0 (Striping): Auch hier werden mehrere Partitionen zu einer größeren Partition vereint. Allerdings werden die Partitionen nicht der Reihe nach linear beschrieben; vielmehr werden die Daten quasi parallel in kleinen Blöcken (z. B. 4 kByte) auf die einzelnen Partitionen verteilt, sodass beim Zugriff auf eine längere Datei die Daten alternierend von allen Festplatten gelesen werden. Daraus ergibt sich im Optimalfall eine Vervielfachung der Datenrate (d. h. bei drei Festplatten eine Verdreifachung). In der Praxis ist dieser Effekt aber sowohl durch physikalische Grenzen (z. B. maximale Übertragungsrate des SCSI-Bus) als auch durch den zusätzlichen Overhead beschränkt. Das Ausfallrisiko ist wie bei der linearen Verbindung von Partitionen hoch (eine defekte Festplatte führt zum Verlust *aller* Daten).

RAID-1 (Mirroring): Hier werden dieselben Daten in zwei Partitionen gespeichert. Wenn eine Festplatte ausfällt, stehen alle Daten auf der anderen Festplatte zur Verfügung. Der Vorteil ist die höhere Sicherheit, der Nachteil die halbierte Kapazität. Die Geschwindigkeit hängt von der Implementierung ab: Bei Hardware-RAID kann bei Schreiboperationen weitgehend die gleiche Geschwindigkeit wie bei einem normalen Zugriff auf eine Partition erreicht werden, bei Lese- und Suchoperationen ist sogar eine Beschleunigung möglich. Bei Software-RAID ist das Mirroring aber deutlich langsamer.

RAID-5 (Parity Striping): RAID-5 funktioniert im Prinzip wie RAID-0, allerdings werden zusätzlich in einer (für jeden Datenblock wechselnden) Partition Paritätsinformationen gespeichert. Wenn eine Festplatte ausfällt, können die gesamten Daten rekonstruiert werden. RAID-5 versucht also, die Vorteile von RAID-0 und RAID-1 zu vereinen, ohne die Nachteile zu übernehmen. Wenn n gleich große Partitionen zu einer virtuellen RAID-5-Partition verbunden werden, steht immerhin $n - 1$ mal der Platz einer Partition für Daten zur Verfügung. Der Performance-Overhead zur Verwaltung der Paritätsinformationen kann zumindest teilweise durch Striping ausgeglichen werden.

IDE- versus SCSI-Festplatten

Aufgrund seines Funktionsprinzips bietet das SCSI-System für alle RAID-Varianten und unabhängig von einer Software- oder Hardware-Implementierung große Vorteile. Der wichtigste Vorteil besteht darin, dass sich Festplatten nach der Entgegennahme eines Kommandos vorübergehend vom SCSI-Bus abmelden können, bis die Daten tatsächlich zur Verfügung gestellt werden können. In der verbleibenden Zeit ist der SCSI-Bus frei zur Übertragung von Kommandos bzw. Daten von anderen Platten.

Bei IDE-Platten kann eine optimale Performance nur erzielt werden, wenn die Festplatten an unterschiedlichen Controllern angeschlossen sind. Die in der Praxis häufigste und sinnvollste IDE-Konfiguration ist ein RAID-0-System mit zwei Festplatten an zwei Controllern (`/dev/hda` und `/dev/hdc`). Nur für diesen Fall kann das theoretische Potenzial von RAID-0 selbst mit IDE-Festplatten beinahe ausgeschöpft werden, d. h. die Datenübertragungsrate für große Dateien kann annähernd verdoppelt werden.

Hardware- versus Software-RAID

RAID kann entweder durch einen RAID-Controller (einen SCSI- oder IDE-Controller mit zusätzlichen RAID-Funktionen) oder per Software realisiert werden. Beide Varianten haben Vor- und Nachteile:

Hardware-RAID belastet den Rechner (die CPU) nicht und ist im Regelfall schneller und stabiler. Manche Hardware-RAID-Lösungen unterstützen zudem den Austausch und die Restauration defekter Platten im laufenden System (*hot swap*). Allerdings ist ein Hardware-RAID-Controller oft ziemlich teuer. Das Hauptproblem besteht aber darin, dass der Linux-Kernel nur mit ganz wenigen RAID-Controllern zurechtkommt. Besonders schlecht sieht es bei IDE-RAID-Controllern aus. Weitere Informationen finden Sie unter:

<http://www.linux-ide.org/chipsets.html>

Software-RAID verursacht keine zusätzlichen Kosten. Je nach RAID-Level kann die gleiche Datenübertragungsrate wie mit Hardware-RAID erreicht werden, allerdings bei einer höheren CPU-Belastung.

Weitere RAID-Grundlagen finden Sie im Multi-Disk-HOWTO und im Software-RAID-HOWTO (achten Sie darauf, dass Sie die aktuelle Version zu RAID 0.9 lesen, nicht die veraltete zu RAID 0.4). Siehe auch:

<http://www.linuxraid.org>

Konfiguration von RAID-0 (Striping)

An dieser Stelle geht es darum, eine sehr einfache Form von Software-RAID zu konfigurieren, nämlich RAID-0 (Striping). Der Lohn für diese Arbeit besteht darin, dass manche Festplattenoperationen beinahe n -mal schneller durchgeführt werden können (wobei n die Anzahl der Festplatten bezeichnet).

Die Grundidee von Software-RAID sieht so aus: Zwischen den Treiber zum Festplattenzugriff (IDE/SCSI) und den Dateisystemtreiber (z. B. `ext2`) wird eine Zwischenschicht gesetzt. Der so genannte *Multi Devices Driver Support* (kurz `md`) bildet aus mehreren Festplatten-Partitionen ein neues, logisches Device, auf das der Dateisystemtreiber zugreifen kann (`/dev/mdn`). Mit anderen Worten: Wenn Sie nach der RAID-Konfiguration das Dateisystem einrichten, verwenden Sie nicht mehr `/dev/hdan`, sondern `/dev/mdn` als Datenpartition.

Voraussetzungen: Es gibt drei wesentliche Voraussetzungen für das Striping:

- Sie benötigen einen Kernel mit RAID-Unterstützung bzw. das entsprechende Modul.
- Sie benötigen zumindest zwei Festplatten, auf denen jeweils Platz für eine neue Partition ist. Damit das RAID-Autodetect funktioniert (siehe unten), müssen die Partitionen die ID-Nummer `fd` aufweisen. Die Partitions-ID-Nummer kann mit `fdisk` eingestellt werden (Kommando `T`).
- Sie benötigen die Kommandos zur RAID-Administration. Bei den meisten Distributionen müssen Sie dazu das Paket `raidtools` installieren. Dieser Abschnitt beschreibt ausschließlich die `raidtools`-Version 0.9. (Es gibt auch eine ältere Version 0.4, die lange Zeit sehr verbreitet war.)

Ob das RAID-Kernel-Modul zur Verfügung steht, erkennen Sie daran, ob die Datei `/proc/mdstat` existiert. Wenn das nicht der Fall ist, führen Sie folgendes Kommando aus:

```
root# modprobe md
```

RAID-0 können Sie statt mit den RAID-Kommandos auch mit dem *logical volume manager* realisieren. Die LVM-Konfiguration ist zwar komplexer als die hier beschriebene RAID-Konfiguration, bietet aber auch mehr Flexibilität bei einer späteren Änderung der Partitionsgröße. LVM unterstützt zurzeit allerdings nur den RAID-Level 0. Wenn Sie LVM mit einem anderen RAID-Level kombinieren möchten, müssen Sie zuerst RAID- n einrichten und dann darauf aufbauend LVM konfigurieren. LVM wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

Der Zugriff auf die virtuellen RAID-Partitionen erfolgt über die Devices `/dev/md*`. Bei den meisten Distributionen sind diese automatisch eingerichtet. Falls das nicht der Fall ist, schaffen die folgenden Kommandos Abhilfe:

```
root# mknod /dev/md0 b 9 0
root# mknod /dev/md1 b 9 1
root# mknod /dev/md2 b 9 2
root# mknod /dev/md3 b 9 3
root# chown root.disk /dev/md*
root# chmod 660 /dev/md*
```

Konfiguration: Die Konfiguration der RAID-Devices erfolgt in `/etc/raidtab`. Die folgenden Zeilen zeigen beispielhaft den Aufbau dieser Datei:

```
# /etc/raidtab
raiddev /dev/md0
    raid-level 0
    nr-raid-disks 2
    nr-spare-disks 0
    chunk-size 32
    persistent-superblock 1
    device /dev/hda10
    raid-disk 0
    device /dev/hdc10
    raid-disk 1
```

Das bedeutet, dass ein auf zwei Festplatten verteiltes RAID-0-System erstellt werden soll. `chunk-size` gibt die Seitengröße an, die hier mit 32 kByte etwas größer gewählt wurde. (Es gibt keine einfache Regel, bei welcher Größe eine optimale Geschwindigkeit erreicht wird – probieren Sie es aus. Das Software-RAID-HOWTO empfiehlt 32 kByte als guten Startwert.) `persistent-superblock` bedeutet, dass am Ende jeder Partition einige Verwaltungsinformationen gespeichert werden, die eine richtige Zusammensetzung des RAID-Systems selbst dann ermöglichen, wenn die Reihenfolge der Festplatten im System vertauscht wurde. Die Option ist auch erforderlich, damit der Kernel beim Starten automatisch RAID erkennt.

Inbetriebnahme: Das so definierte RAID-System wird nun mit `mkraid` erzeugt:

```
root# mkraid /dev/md0
handling MD device /dev/md0
analyzing super-block
disk 0: /dev/hda10, 24097kB, raid superblock at 24000kB
disk 1: /dev/hdc10, 24066kB, raid superblock at 24000kB
```

Als Nächstes müssen Sie auf der neuen virtuellen Partition `/dev/md0` ein Dateisystem anlegen. Diese Partition kann mit `mount` in das Linux-Dateisystem eingebunden werden. Die Partition wird hier über das Verzeichnis `/striped` angesprochen – selbstverständlich können Sie stattdessen auch einen anderen Namen verwenden.

```
root# mke2fs /dev/md0
root# mkdir /striped
root# mount -t ext2 /dev/md0 /striped/
```

Wenn alles klappt, sollten Sie die neue Partition in `/etc/fstab` aufnehmen, um den Tippaufwand bei `mount` zu minimieren bzw. um zu erreichen, dass die Partition beim Systemstart automatisch in das Dateisystem eingebunden wird.

Systemstart/-stopp: Der Linux-Kernel 2.4 kümmert sich automatisch um die Aktivierung des RAID-Systems beim Systemstart bzw. um die Deaktivierung beim Herunterfahren des Rechners. Es müssen allerdings drei Voraussetzungen erfüllt sein: der Kernel muss mit RAID-Autodetection-Unterstützung kompiliert sein (was üblicherweise der Fall ist), die RAID-Partitionen müssen die ID-Nummer `fd` besitzen und die RAID-Devices müssen mit der Option `persistent-superblock` erzeugt worden sein.

Es sind daher keine Init-V-Script-Dateien erforderlich. Die früher verwendeten Kommandos `raidstart` und `raidstop` müssen nur dann eingesetzt werden, wenn die automatische Aktivierung nicht funktioniert. Bei den getesteten Distributionen (Mandrake 8.0, Red Hat 7.1 und 7.2, SuSE 7.1 bis 7.3) gab es nur bei SuSE 7.2 Probleme, wobei der Grund unklar geblieben ist. Abhilfe schuf erst das Einfügen der folgenden Zeilen in `/etc/init.d/boot` vor dem Kommentar `Find and activate volume groups`.

```
# in /etc/init.d/boot
# ...
if test -f /etc/raidtab -a -x /sbin/raidstart ; then
    /sbin/raidstart --all
fi
# Find and activate volume groups
...
```

VERWEIS

RAID kann nicht ohne weiteres für die Root-Partition verwendet werden. Der Grund besteht darin, dass das Lesen einer RAID-Partition erst funktioniert, nachdem die entsprechenden Kernel-Module aktiv sind. Dazu müssen der Kernel und diverse Konfigurationsdateien aber zuerst einmal geladen werden. Viele Software-RAID-Systeme verwenden deswegen eine normale `root`-Partition und RAID nur für die Datenpartition(en).

Wenn Sie RAID auch für die Systempartition verwenden möchten, benötigen Sie eine eigene, gewöhnliche `/boot`-Partition für das Kernel-Image für LILO. Weiters müssen Sie entweder einen Kernel mit RAID-Unterstützung verwenden oder das RAID-Modul in einer Initial-RAM-Disk zur Verfügung stellen (siehe auch Seite 332). Tipps zur Verwendung von RAID für die `/root`-Partition finden Sie auch in den `Boot+Root+RAID+LILO`- und `Root-RAID-HOWTO`s.

HINWEIS

Striping ist auch für Swap-Partitionen möglich. Dazu sind aber weder aufwändige Vorbereitungen noch der Multiple-Device-Treiber erforderlich. Es muss lediglich in `/etc/fstab` bei allen Swap-Partitionen die Option `pri=1` angegeben werden (siehe auch Seite 254).

Benchmarks

Wie sehr sich die Maßnahmen tatsächlich auf die Arbeitsgeschwindigkeit auswirken, hängt von vielen Parametern ab: von Ihrer Hardware, von der Häufigkeit und der Art des Datenzugriffs Ihrer Anwendungen etc. Um reproduzierbare Maßzahlen für die Disk-Performance zu erhalten, wird häufig das Programm *bonnie* eingesetzt. Das Programm wird mit manchen Distributionen gleich mitgeliefert und ist sonst im Internet zu finden.

Das Programm erzeugt eine Testdatei vorgegebener Größe und führt darin verschiedene Schreib-, Lese- und Suchoperationen durch. Dabei wird auch die CPU-Auslastung gemessen. Damit die Ergebnisse reproduzierbar sind, muss die Dateigröße ein Mehrfaches des Hauptspeichers betragen – andernfalls messen Sie nicht die Disk-Performance, sondern die Caching-Effizienz von Linux (und die ist ziemlich gut ...).

Für die unten abgedruckten Zahlen betrug die Dateigröße 400 MByte. Die Tests wurden auf einer normalen Partition mit und ohne DMA-Übertragung (siehe Seite 291) sowie auf einer RAID-0-Partition mit DMA durchgeführt. Das Testsystem war mit einem Pentium II 400, Intel BX-Chipset, 128 MByte RAM und zwei IBM 8,4-GByte-EIDE-Festplatten an `/dev/hda` und `/dev/hdc` ausgestattet. Es ist also ohne weiteres möglich, dass die Ergebnisse auf Ihrem Rechner ganz anders (in positiver wie in negativer Hinsicht) ausfallen.

```
root# bonnie -s 400
-----Sequential Output-----  ---Sequential Input--  --Random--
-Per Char- --Block--- -Rewrite-- -Per Char- --Block--- --Seeks---
K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU K/sec %CPU /sec %CPU
ohne DMA   3318 34.8  3797 27.5  1891 53.4   3571 72.4  4281 70.0   47.9  6.9
mit DMA    7387 47.7  6927 12.7  2924  9.3   7402 33.2  7921 10.0   52.5  0.7
DMA+RAID0 12659 81.8 11979 21.9  4558 15.2   9322 43.4 13961 19.3   62.3  0.9
```

Dazu ein kurzer Kommentar: Die Aktivierung des DMA-Datentransfers führt bei den meisten Operationen beinahe zu einer Verdoppelung der Datenübertragungsrate (beim Lesen großer Datenblöcke von 4,3 auf 7,9 MByte/s). Bei allen Operationen mit Ausnahme des Schreibens einzelner Zeichen (per char) sinkt gleichzeitig die CPU-Belastung dramatisch (beim Lesen großer Datenblöcke von 70 auf 10 Prozent!). Einzig die Anzahl der Random-Access-Zugriffe pro Sekunde verändert sich kaum – hier ist die Positionierzeit der Festplatte der beschränkende Faktor, der sich auch durch eine DMA-Übertragung nicht verändert.

RAID-0 beschleunigt Block-Operationen (also das Lesen und Schreiben großer zusammenhängender Datenmengen) nochmals erheblich. Bei kleinen Datenblöcken (per char) ist der Effekt etwas weniger ausgeprägt, aber immer noch gut sichtbar. Die Anzahl der Random-Access-Zugriffe pro Sekunde wird auch durch Striping nur geringfügig verbessert. Die höhere Geschwindigkeit wird durch eine höhere CPU-Auslastung erkauft. Mit anderen Worten: Striping ist vor allem dann sinnvoll, wenn Sie oft große Dateien bearbeiten (Bildverarbeitung), hilft aber beim Zugriff auf kleine Dateien bzw. auf kleine Datensegmente großer Dateien wenig. (Für viele Anwendungen ist aber gerade das der Normalfall!) Bessere Striping-Ergebnisse könnten vermutlich mit SCSI-Festplatten erzielt werden; damit wäre es auch sinnvoll, mehr als zwei Festplatten zu verbinden.

6.13 Logical Volume Manager (LVM)

Der seit Version 2.4 in den Standard-Kernel integrierte *Logical Volume Manager* schiebt bei Bedarf eine logische Schicht zwischen das Dateisystem und die Partitionen der Festplatte. Diese Beschreibung klingt vielleicht abstrakt, die Vorteile in der Praxis sind dagegen sehr real und leicht verständlich:

- Im Rahmen des von LVM verwalteten Festplattenbereichs können Sie im laufenden Betrieb Partitionen anlegen, vergrößern und verkleinern. Das Problem einer zu kleinen Partition, die sich nicht oder nur mehr mit riesigem Backup-Aufwand vergrößern lässt, gehört damit der Vergangenheit an.
- Sie können dank LVM Bereiche mehrerer Festplatten zu einer einzigen, riesigen Partition zusammenfassen.
- Sie können mit LVM auch RAID-0 realisieren. (Hintergrundinformationen zu RAID finden Sie im nächsten Abschnitt.)
- Sie können sehr einfach einen so genannten Snapshot eines Dateisystems erstellen (ideal für Backups im laufenden Betrieb).
- LVM ist sehr schnell. Sie müssen für die höhere Flexibilität nicht durch eine spürbar verringerte Geschwindigkeit bezahlen. (Der Geschwindigkeitsunterschied gegenüber dem direkten Ansprechen einer Festplattenpartition ist kaum meßbar. Die CPU-Belastung ist ganz geringfügig höher.)

Grundsätzlich bietet LVM so viele Vorteile, dass sich der Einsatz nicht nur für große Server-Systeme, sondern auch für private Linux-PCs empfiehlt. Dennoch müssen zur richtigen Einschätzung des LVMs gleich auch ein paar Einschränkungen genannt werden:

- LVM kann nicht dazu verwendet werden, um eine zu kleine herkömmliche Partition zu vergrößern (d. h. Sie können LVM nicht erst dann einsetzen, wenn es schon zu spät ist).
- LVM kümmert sich nur um Partitionen, nicht um die darauf enthaltenen Dateisysteme. Nachdem Sie die Größe einer Partition verändert haben, müssen Sie auch die Größe des Dateisystems ändern. Das funktioniert bei den meisten Linux-Dateisystemen aber nur, wenn das Dateisystem zurzeit nicht in Verwendung ist (umount).
- Wenn Sie ein Dateisystem mit LVM über mehrere Festplatten verteilen, steigt die Fehlerwahrscheinlichkeit. Der Ausfall einer einzigen Festplatte macht alle Daten des Dateisystems unbrauchbar.
- LVM ist kein Ersatz für RAID (Ausnahme: RAID-0). Es ist aber möglich, LVM und RAID zu kombinieren.
- Auch wenn LVM bei der Verwaltung von Partitionen mehr Flexibilität gestattet, macht es doch die Administration als Ganzes komplizierter. Es gibt erst wenige Distributionen bzw. grafische Werkzeuge, die bei der Konfiguration und Verwaltung helfen (siehe das Ende des Abschnitts).

- Es ist ziemlich kompliziert, LVM auch für die Systempartition (Root-Partition) zu verwenden.
- LVM ist eine relativ neue Linux-Komponente. Skeptische Linux-Anwender werden vielleicht noch ein bisschen warten, bevor sie ihre Daten dem LVM anvertrauen.

VERWEIS

Dieser Abschnitt gibt eine erste Einführung in die Funktion und Konfiguration des LVM. Eine detaillierte Beschreibung aller Details sowie FAQs und mehrere HOWTO-Dokumente finden Sie unter:

<http://www.sistina.com/lvm/>

Ein deutschsprachiges LVM-HOWTO gibt es hier:

<http://litefaden.com/lite00/lvm/lvm-howto-de.html>

Eine weitere deutschsprachige Einführung, die sich allerdings explizit an der SuSE-Distribution orientiert, finden Sie hier:

<http://portal.suse.de/de/content/server/lvm1.html>

<http://portal.suse.de/de/content/server/lvm2.html>

Voraussetzungen

Ob Ihr Kernel LVM kennt, können Sie einfach feststellen: Wenn das Verzeichnis `/proc/lvm` existiert, steht sofort LVM zur Verfügung. Wenn das nicht der Fall ist, versuchen Sie es mit dem folgenden Kommando, um das LVM-Kernel-Modul zu laden:

```
root# modprobe lvm-mod
```

Gelingt auch das nicht (etwa bei Red Hat 7.1 und 7.2), fehlt das LVM-Modul. Abhilfe schafft dann nur das Neukompilieren des Kernels. Außer der Kernel-Unterstützung benötigen Sie noch die zahlreichen Kommandos zur LVM-Verwaltung (z. B. `pvcreate`, `lvcreate`). Wenn diese nicht bereits installiert sind, müssen Sie das Paket `lvm` installieren (das bei den getesteten Red-Hat-Versionen allerdings ebenfalls fehlt).

LVM-Glossar

Das, was den Einstieg in die LVM-Welt so schwer macht, ist die Fülle ähnlich lautender Begriffe und Abkürzungen. Um die Konfusion nicht noch zu vergrößern, wird in diesem Abschnitt auf eine Übersetzung der Begriffe bewusst verzichtet. (Alle LVM-Kommandonamen enthalten die Abkürzungen der englischen Begriffe.)

Zwischen der Festplatte und dem Dateisystem stehen drei Ebenen: *physical volumes*, *volume groups* und *logical volumes*:

- **Physical volume (PV):** Ein PV ist im Regelfall eine von LVM verwaltete Partition der Festplatte. (Es kann sich auch um eine ganze Festplatte oder um ein RAID-Device

handeln.) Der Zweck von PVs besteht lediglich darin, die Partition eindeutig zu kennzeichnen, sodass die unterschiedlichen LVM-Kommandos die Partition anerkennen.

- **Volume group (VG):** Ein oder mehrere *physical volumes* können zu einer Gruppe zusammengefasst werden. Auf diese Weise ist es möglich, Partitionen unterschiedlicher Festplatten quasi zusammenzuhängen, also einheitlich zu nutzen. Die *volume group* stellt eine Art Speicherpool dar, der alle zur Verfügung stehenden physikalischen Speichermedien vereint. Dieser Pool kann jederzeit um weitere *physical volumes* erweitert werden.
- **Logical volume (LV):** Ein *logical volume* ist ein Teil der *volume group*. Für den Anwender wirkt ein *logical volume* wie eine virtuelle Partition. Im *logical volume* wird das Dateisystem angelegt. (Das heißt, anstatt ein Dateisystem in `/dev/hda7` anzulegen, geben Sie jetzt den Device-Namen des *logical volume* an.)

Soweit in der *volume group* noch Speicher verfügbar ist, können *logical volumes* jederzeit vergrößert werden.

In der LVM-Dokumentation kommen oft zwei weitere Begriffe vor, die zwar nicht ganz so wichtig sind, aber beim Verständnis der Texte helfen.

- **Physical device (PD):** Dabei handelt es sich ganz einfach um eine Festplatte. LVM kann wahlweise die gesamte Festplatte oder auch mehrere Partitionen dieser Festplatte in Form von *physical volumes* nutzen.
- **Physical extent (PE):** Bei *volume groups* und *logical volumes* kann nicht jedes einzelne Byte einzeln verwaltet werden. Die kleinste Dateneinheit ist vielmehr ein *physical extent* (per Default: 4 MByte). *Logical volumes* können maximal 65536 derartige Dateneinheiten umfassen.

Ein einfaches LVM-System einrichten

LVM kann wahlweise ganze Festplatten, einzelne Festplattenpartitionen oder `/dev/mdn`-Devices (also RAID-Devices) verwalten. Diese Anleitung geht davon aus, dass Sie vorerst nur eine Festplattenpartition für LVM nutzen möchten.

Partitions-ID einstellen: Richten Sie mit `fdisk` die Partition für LVM ein und geben Sie als Partitions-ID-Nummer `8e` an (`fdisk`-Kommando `(T)`). Dieses Beispiel geht davon aus, dass die Partition `/dev/hdb11`, die für LVM verwendet werden soll, bereits existiert.

```
root # fdisk /dev/hdb
Command (m for help): t
Partition number (1-11): 11
Hex code (type L to list codes): 8e
Changed system type of partition 11 to 8e (Linux LVM)
```

```

Command (m for help): p
Disk /dev/hdb: 255 heads, 63 sectors, 2055 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 bytes
   Device Boot      Start         End      Blocks    Id  System
   ...
/dev/hdb11          1334          1525     1542208+   8e  Linux LVM

```

```

Command (m for help): w
The partition table has been altered!

```

/etc/lvmtab erzeugen: Alle weiteren LVM-Kommandos setzen voraus, dass die Datei /etc/lvmtab und das Verzeichnis /etc/lvmtab.d existieren. Wenn dies auf Ihrem System noch nicht der Fall ist, führen Sie einfach das Kommando `vgscan` aus. Das Kommando wird zwar melden, dass es keine *physical volumes* findet, aber es richtet die vorerst leeren Konfigurationsdateien und -verzeichnisse ein.

```

root# vgscan
vgscan -- reading all physical volumes (this may take a while...)
vgscan -- no volume groups found

```

Physical volume einrichten: Bevor LVM die Partition /dev/hdb11 verwalten kann, muss die Partition als *physical volume* deklariert werden. (Beachten Sie, dass Sie damit alle bisher auf dieser Partition befindlichen Daten verlieren.)

```

root# pvcreate /dev/hdb11
pvcreate -- physical volume "/dev/hdb11" successfully created

```

Volume group einrichten: Nun müssen alle *physical volumes* zu einer *volume group* zusammengefasst werden. In diesem Beispiel gibt es zwar vorerst nur ein einziges PV, der Schritt ist aber dennoch erforderlich. An das Kommando `vgcreate` muss auch der gewünschte Name der VG übergeben werden. (In diesem Beispiel bekommt die VG den Namen `myvg1`. Der Name darf nicht mit vorhandenen Dateien im /dev-Verzeichnis übereinstimmen.)

```

root# vgcreate myvg1 /dev/hdb11
vgcreate -- INFO: using default physical extent size 4 MB
vgcreate -- INFO: maximum logical volume size is 256 Gigabyte
vgcreate -- doing automatic backup of volume group "myvg1"
vgcreate -- volume group "myvg1" successfully created and activated

```

Das Ergebnis von `vgcreate` ist ein neues /dev-Verzeichnis (in diesem Beispiel also /dev/myvg1). Der Inhalt einer *volume group* wird später über die Dateien dieses Verzeichnisses angesprochen.

Mit `vgcreate` ändern sich erstmals auch die LVM-Konfigurationsdateien: In /etc/lvmtab finden Sie nun die Zeile `myvg1`. Weiters enthält die Binärdatei /etc/lvmtab.d/myvg1 eine Menge Informationen über die neu eingerichtete VG.

Tipp

Per Default verwendet `vgcreate` 4 MByte große *physical extents*. Das bedeutet, dass in der Folge *logical volumes* immer ein Vielfaches dieser Größe aufweisen – bis hin zu einem Maximum von 256 GBytes. Wenn Sie größere *logical volumes* benötigen, müssen Sie bei der Ausführung von `vgcreate` mit `-s` größere PEs anfordern. Die maximale LV-Größe ergibt sich aus der PE-Größe * 65536 (wobei aber der Linux-Kernel 2.4 die LV-Größe auf 2 TByte begrenzt).

Logical volume einrichten: `myvg1` stellt jetzt eine Art Datenpool dar, der aber noch ungenutzt ist. Zur Nutzung müssen Sie innerhalb von `myvg1` ein *logical volume* einrichten, also eine Art virtuelle Partition. Dazu müssen Sie an das Kommando `lvcreate` zumindest zwei Informationen übergeben: die gewünschte Größe des *logical volume* und den Namen der *volume group*. (`lvcreate` kennt unzählige weitere Parameter – siehe man-Seite.) Wenn der Name des *logical volume* nicht angegeben wird, wählt `lvcreate` selbst einen. Im Beispiel unten bekommt das neue LV den Namen `/dev/myvg1/lvol1`.

```
root# lvcreate -L 100M myvg1
lvcreate -- doing automatic backup of "myvg1"
lvcreate -- logical volume "/dev/myvg1/lvol1" successfully created
```

Das *logical volume* mit dem Namen `/dev/myvg1/lvol1` kann jetzt wie eine Festplattenpartition (z. B. `/dev/hda7`) verwendet werden.

Dateisystem im logical volume einrichten: Um in einem *logical volume* ein Dateisystem einzurichten, verwenden Sie beispielsweise `mke2fs` (`ext2`) oder `mkreiserfs`.

```
root# mke2fs /dev/myvg1/lvol1
mke2fs 1.19, 13-Jul-2000 for EXT2 FS 0.5b, 95/08/09
...
Writing inode tables: done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done
```

Mit `mount` können Sie sich davon überzeugen, dass alles geklappt hat:

```
root# mkdir /test
root# mount -t ext2 /dev/myvg1/lvol1 /test
```

Jetzt können Sie im neuen Dateisystem, das über das Verzeichnis `/test` angesprochen wird, Dateien speichern.

LVM beenden: Bevor Sie Ihren Rechner herunterfahren, müssen Sie LVM ordnungsgemäß beenden. Dazu führen Sie `umount` für alle zurzeit aktiven LVM-Partitionen durch. Anschließend deaktivieren Sie LVM mit dem Kommando `vgchange`:

```
root# umount /test
root# vgchange -a n
vgchange -- volume group "myvg1" successfully deactivated
```

Wenn Sie LVM wieder verwenden möchten, müssen Sie abermals `vgchange` ausführen, diesmal mit der Option `-a y`. Falls aus irgendeinem Grund die LVM-Konfigurationsdateien nicht mehr zur Verfügung stehen, müssen Sie diese vorher mit `vgscan` neu erstellen.


```
root# vgchange -a y
vgchange -- volume group "myvg1" successfully activated
```

Sobald Sie sich von der Funktion von LVM überzeugt haben, sollten Sie die `vgchange`-Kommandos in den Init-V-Prozess einbauen und die via LVM verwalteten Partitionen in `/etc/fstab` eintragen (siehe übernächsten Abschnitt).

Dateisysteme und volume groups vergrößern

Dateisystem vergrößern: Der Hauptgrund, LVM überhaupt zu verwenden, besteht darin, ein Dateisystem nachträglich vergrößern zu können, ohne die Festplatte anzurühren.

```
root# df
/dev/hdb8                2514172    1056028    1330432    44% /
/dev/myvg1/lvol1         99150      99150          0 100% /test
```

Im folgenden Beispiel wird das im vorigen Abschnitt eingerichtete Dateisystem (`dev/myvg1/lvol1` via `/test`) von ursprünglich 100 MByte auf 200 MByte vergrößert. Dazu muss zuerst das *logical volume* vergrößert werden. Zu diesem Zweck müssen Sie an `lvextend` den Device-Namen und die neue Größe übergeben.

```
root# lvextend -L 200M /dev/myvg1/lvol1
lvextend -- extending logical volume "/dev/myvg1/lvol1" to 200 MB
lvextend -- doing automatic backup of volume group "myvg1"
lvextend -- logical volume "/dev/myvg1/lvol1" successfully extended
```

Bis jetzt ist erst die virtuelle Partition des Dateisystems verändert. Um auch das Dateisystem selbst zu vergrößern, wird es mit `umount` aus dem Verzeichnisbaum entfernt, mit `e2fsck` überprüft, mit `resize2fs` vergrößert und dann wieder eingebunden.

```
root# umount /test
root# e2fsck -f /dev/myvg1/lvol1
e2fsck 1.19, 13-Jul-2000 for EXT2 FS 0.5b, 95/08/09
Pass 1: Checking inodes, blocks, and sizes
Pass 2: Checking directory structure
Pass 3: Checking directory connectivity
Pass 4: Checking reference counts
Pass 5: Checking group summary information
/dev/myvg1/lvol1: 10063/25688 files (0.6% non-contiguous),
    102400/102400 blocks
root# resize2fs /dev/myvg1/lvol1
resize2fs 1.19 (13-Jul-2000)
The filesystem on /dev/myvg1/lvol1 is now 204800 blocks long.
root# mount /test
```

df beweist, dass alles funktioniert hat:

```
root# df
Filesystem            1k-blocks      Used Available Use% Mounted on
/dev/hdb8              2514172    1056180   1330280   44% /
/dev/myvg1/lvol1       198562      99150    89172    53% /test
```

Dateisystem verkleinern: Wenn Sie ein Dateisystem verkleinern möchten, müssen Sie es *zuerst* mit `resize2fs` oder `resize_reiserfs` verkleinern. Bei `resize2fs` müssen Sie dabei die neue Größe in Blöcken angeben. (Wie groß ein Datenblock im Dateisystem ist, können Sie bei ext2 mit `dumpe2fs` feststellen.) Erst dann dürfen Sie auch das *logical volume* mit `lvreduce` verkleinern.

e2fsadm: Die Kommandos `lvextend` oder `lvreduce`, `e2fsck` und `resize2fs` können auch noch komfortabler mit einem einzigen Kommando `e2fsadm` ausgeführt werden. Die folgenden Kommandos vergrößern das Dateisystem auf 300 MByte:

```
root# umount /test
root# e2fsadm -L 300M /dev/myvg1/lvol1
...
e2fsadm -- ext2fs in logical volume "/dev/myvg1/lvol1"
    successfully extended to 300 MB
root# mount /test
```

Volume group vergrößern: Solange im Speicherpool (in der *volume group*) noch Platz ist, können virtuelle Partitionen (also *logical volumes*) leicht vergrößert werden. Aber was tun, wenn auch die VG voll ist? In diesem Fall legen Sie auf einer beliebigen Festplatte Ihres Rechners eine neue Partition an, richten diese Partition als *physical volume* ein und fügen sie mit `vgextend` der *volume group* hinzu.

Die beiden folgenden Kommandos demonstrieren dies für die 500 MByte große Partition `/dev/hdb12`. `myvg1` bekommt damit eine Gesamtkapazität von beinahe 2 GByte, wovon 568 MByte frei sind.

```
root# pvcreate /dev/hdb12
root# vgextend /dev/myvg1 /dev/hdb12
root# vgdisplay myvg1
...
VG Size              1.96 GB
Alloc PE / Size      359 / 1.4 GB
Free PE / Size       142 / 568 MB
```

Administration des LVM-Systems

LVM beim Systemstart und -stopp: Wie bereits erwähnt, muss LVM beim Systemstart im Rahmen des `Init-V`-Prozesses (siehe Seite 359) durch `vgchange -a y` aktiviert und beim Herunterfahren durch `vgchange -a n` wieder deaktiviert werden. Die Aktivierung muss vor der Überprüfung der Dateisysteme durch `fsck` erfolgen. Das Deaktivieren muss vor dem Kommando `mount -no remount, ro` erfolgen.

Mandrake: Der Aufruf von `vgchange` ist bereits in `/etc/rc.d/rc.sysinit` und `/etc/rc.d/init.d/halt` enthalten.

Red Hat: Falls LVM installiert ist, wird `vgchange -a y` automatisch von `/etc/rc.d/rc.sysinit` ausgeführt. Unverständlicherweise fehlt aber das äquivalente Kommando `vgchange -a n` in `/etc/rc.d/init.d/halt`! Fügen Sie es vor dem Kommentar *remount read only ...* ein.

SuSE: `vgchange` ist bereits in `/etc/init.d/boot` und `/etc/init.d/halt` enthalten.

Damit die via LVM verwalteten Dateisysteme automatisch in den Verzeichnisbaum eingebunden werden, müssen sie in `/etc/fstab` eingetragen werden. Das erfolgt auf dieselbe Weise wie bei gewöhnlichen Linux-Partitionen (siehe Seite 245). Einzig die Device-Namen sehen anders aus.

```
# /etc/fstab: Linux-Dateisysteme (LVM)
/dev/myvg1/lvol1    /test      ext2        defaults 0 2
```

Konfigurationsdateien: Die Konfigurationsdateien `/etc/lvmtab` und `/etc/lvmtab.d/*` liegen im Binärformat vor und dürfen nicht per Hand verändert werden! Verwenden Sie `vgscan`, wenn Sie die Dateien neu erstellen müssen. (Bei manchen Distributionen wird `vgscan` bei jedem Rechnerstart ausgeführt, d. h. alle LVM-Konfigurationsdateien werden bei jedem Start vollkommen neu erzeugt.)

Kurz zum Inhalt der Konfigurationsdateien: `/etc/lvmtab` enthält eine Liste mit den Namen aller *volume groups*. `/etc/lvmtab.d` enthält für jede *volume group* eine interne Beschreibung.

LVM-Scans: Um den Überblick über die definierten und genutzten *volumes* und *groups* zu behalten, gibt es vier Scan-Kommandos:

- `lvmscan` erstellt eine Liste aller Festplatten und ihrer Partitionen und gibt an, welche Partitionen von LVM als *physical volumes* verwaltet werden.
- `pvscan` erstellt eine Liste aller *physical volumes* und gibt an, welchen *volume groups* sie zugeteilt sind und wie viel Speicher darin noch frei ist.

```
root# pvscan
pvscan -- reading all physical volumes (this may take a while...)
pvscan -- ACTIVE   PV "/dev/hdb11" of VG "myvg1"
           [1.47 GB / 1.37 GB free]
pvscan -- total: 1[1.47 GB] / in use: 1[1.47 GB] / in no VG: 0[0]
```

- `vgscan` erstellt eine Liste aller *volume groups*. Als Nebeneffekt werden die Dateien `/etc/lvmtab` und `/etc/lvmtab.d/*` neu erzeugt.
- `lvscan` erstellt schließlich eine Liste aller *logical volumes*.

```
root# lvscan
lvscan -- ACTIVE           "/dev/myvg1/lvol1" [100 MB]
lvscan -- 1 logical volumes with 100 MB total in 1 volume group
lvscan -- 1 active logical volumes
```

Wenn Sie genauere Informationen zu einem PV, einer VG oder einem LV benötigen, setzen Sie die Kommandos `pvdiskdisplay`, `vgdisplay` bzw. `lvdisplay` ein:

```
root# vgdisplay /dev/myvg1
--- Volume group ---
VG Name                myvg1
VG Access               read/write
VG Status               available/resizable
VG #                   0
MAX LV                 256
Cur LV                 1
Open LV                1
MAX LV Size            255.99 GB
Max PV                 256
Cur PV                1
Act PV                 1
VG Size                1.47 GB
PE Size                4 MB
Total PE               376
Alloc PE / Size        75 / 300 MB
Free PE / Size         301 / 1.18 GB
VG UUID                XHMuUm-2Nsc-pghd-QD7d-9pL5-8kjI-FVdaAR
```

Die von den `scan-` und `display-`Kommandos ermittelten Informationen können Sie größtenteils auch den `/proc/lvm-`Dateien entnehmen.

Weitere LVM-Kommandos: Neben den hier beschriebenen LVM-Kommandos gibt es noch ca. zwei Dutzend weitere. Damit können Sie PVs, VGs und LVs anlegen, verschieben, umbenennen, vereinen, zerlegen, löschen, Backups der internen Strukturen (nicht der eigentlichen Daten!) durchführen, Snapshots für Daten-Backups erstellen etc. Eine genaue Beschreibung finden Sie in den `man`-Seiten oder auf der LVM-Website.

Einige LVM-Sonderfälle (root, SWAP, RAID etc.)

LVM für die Systempartition (Root-Partition): Häufig wird LVM (wie übrigens auch RAID) nur für die Datenpartitionen verwendet, nicht aber für die Root-Partition. Dafür gibt es mehrere Gründe:

- Die Konfiguration ist komplizierter und fehleranfälliger.
- Falls etwas schief geht, ist es sehr schwierig, die Systempartition mit einem Notfallwerkzeug anzusprechen.
- Der Hauptvorteil von LVM, nämlich die Möglichkeit, Partitionen im laufenden Betrieb zu verändern, trifft für die Root-Partition nur mit Einschränkungen zu. (Bei den meisten Dateisystemen setzt das Kommando zur Vergrößerung des Dateisystems voraus, dass das Dateisystem zurzeit nicht in Betrieb ist. Für die Root-Partition kann aber nicht einfach `umount` ausgeführt werden.)

Grundsätzlich ist LVM aber durchaus in der Lage, auch die Systempartition zu verwalten. Die einzige Einschränkung besteht darin, dass der Kernel bereits unmittelbar nach dem Booten auf diese Partition zugreifen muss, also noch bevor das LVM-Kernel-Modul vom Dateisystem gelesen werden kann (und das Dateisystem ist ja nur via LVM zugänglich!).

Dieses Problem kann auf zwei Weisen gelöst werden: Entweder Sie verwenden für LILO einen Kernel, in den die LVM-Funktionen fest integriert sind (dann benötigen Sie kein Modul mehr), oder Sie erzeugen eine Initial-RAM-Disk mit dem LVM-Modul und binden diese in LILO ein (siehe Seite 332).

Zur Erzeugung der Initial-RAM-Disk können Sie die Werkzeuge Ihrer Distribution oder das LVM-Skript `lvcreate_initrd` verwenden. Dieses erzeugt ohne weitere Rückfragen die Datei `/boot/initrd.gz` mit dem LVM-Kernel-Modul. `lvcreate_initrd` kommt nur in Frage, wenn Sie in Ihrer Initial-RAM-Disk keine weiteren Kernel-Module (etwa für SCSI, RAID, reiserfs etc. benötigen).

Tipp

Bevor Sie `lvcreate_initrd` unter Mandrake verwenden können, müssen Sie das Paket `binutils` installieren, das wiederum das Kommando `strip` enthält.

Weitere Informationen zum Thema LVM für die Root-Partition finden Sie in der man-Seite zu `lvcreate_initrd` sowie in diversen LVM-HOWTOs auf der LVM-Website.

LVM für Swap-Partitionen: Grundsätzlich kann LVM auch zur Verwaltung von Swap-Partitionen verwendet werden. Dazu formatieren Sie ein *logical volume* mit `mkswap` und aktivieren die neue Swap-Partition mit `swapon`. Das hat allerdings zwei Nachteile: Erstens ist die Geschwindigkeit möglicherweise nicht optimal. (Bei einer normalen Swap-Partition liegen alle Daten nahe nebeneinander auf der Festplatte. Bei einer LVM-Swap-Partition kann es sein, dass die Daten über unterschiedliche Bereiche der Festplatte verteilt sind, was den Zugriff verlangsamt.) Zweitens treten diesselben Probleme wie bei einer Root-Partition auf: Die Swap-Partition wird während des Systemstarts zu einem frühen Zeitpunkt im Init-V-Prozess aktiviert. Zu diesem Zeitpunkt muss LVM aber bereits laufen.

LVM und RAID-0: LVM unterstützt selbst den RAID-Level 0. (Eine Beschreibung von RAID-0 finden Sie auf Seite 274.) Um diese Funktion nutzen zu können, müssen Sie auf zwei oder mehr Festplatten jeweils ein *physical volume* einrichten. Diese PVs werden zu einer *volume group* vereint. Nun können Sie mit `lvcreate` ein *logical volume* einrichten, das die Daten auf mehrere PVs (und damit auf mehrere Festplatten) verteilt.

Das folgende Beispiel erzeugt ein zwei GByte großes *logical volume* in der *volume group* `myvg1`. Die Daten werden über drei *physical volumes* verteilt (`-i 3`). Das Kommando kann nur ausgeführt werden, wenn `myvg1` aus mindestens drei *physical volumes* zusammengesetzt ist.

```
root# lvcreate -L 2G -i 3 myvg1
```

Mit der Option `-I` können Sie die Blockgröße für die Verteilung der Daten einstellen. Der Defaultwert beträgt 4 kByte. Damit werden große Dateien also in 4-kByte-Segmenten über die Festplatten verteilt.

HINWEIS

`lvcreate` verwendet für das Striping einfach mehrere *physical volumes*, ohne dabei zu berücksichtigen, auf welcher Festplatte sich die PVs befinden. Theoretisch können Sie auch drei PVs auf nur einer Festplatte einrichten – `lvcreate` wird sich darüber nicht beklagen. Statt des erwarteten Geschwindigkeitsgewinns werden Dateioperationen dann aber allerdings wesentlich langsamer!

Wenn Sie RAID-0 sinnvoll nutzen möchten, müssen Sie darauf achten, dass Sie in einer *volumes group* nur *physical volumes* unterschiedlicher Festplatten zusammenfassen!

LVM und andere RAID-Level: LVM unterstützt von sich aus keine anderen RAID-Level. LVM kann aber auch für RAID-Devices `/dev/mdn` verwendet werden. Wenn Sie also beispielsweise RAID-5 und LVM kombinieren möchten, dann richten Sie zuerst RAID-5 ein und definieren dann das resultierende `/dev/mdn`-Device als *physical volume*.

Eine normale Datenpartition in eine LVM-Partition umwandeln: Der Wunsch nach LVM entsteht meistens dann zum ersten Mal, wenn sich eine Datenpartition als zu klein erweist. Leider ist dann eine Umwandlung in ein LVM-System nicht ohne weiteres möglich.

Sie müssen eine neue Partition als LVM-Partition kennzeichnen, darin ein *physical volume* einrichten, dieses einer *volume group* zuordnen, darin ein *logical volume* einrichten und in diesem ein neues Dateisystem einrichten. Dorthin kopieren Sie die ursprünglichen Daten. Wenn es sich bei der zu kleinen Partition um die Systempartition handelt, wird das Ganze noch komplizierter (siehe LVM-HOWTO).

Administrationshilfen

SuSE: Während der Installation wird LVM zurzeit nur von SuSE unterstützt. Ab Version 7.2 können Sie sowohl bei einer Installation im Textmodus (YaST) als auch bei einer Installation mit grafischer Benutzeroberfläche (YaST2) ein LVM-System einrichten. Besonders bemerkenswert ist der Umstand, dass SuSE LVM sogar für die Root-Partition akzeptiert.

Im laufenden System kann LVM bei SuSE 7.2 nur mit YaST verändert werden. Die Dialoge sind im Menü EINSTELLUNGEN ZUR INSTALLATION versteckt. Ab SuSE 7.3 gibt es auch ein LVM-Modul in YaST2.

lva: Das bisher einzige distributionsunabhängige Administrationswerkzeug ist `lva`. Dabei handelt es sich um eine Sammlung von Perl/Tk-Scripts, mit denen ein vorhandenes LVM-System sehr anschaulich dargestellt werden kann (siehe Abbildung 6.4). Allerdings

gab es in der getesteten Version 0.01 erst sehr wenige Kommandos zur Veränderung der LVM-Konfiguration. Aktuelle Informationen zu dem Programm finden Sie unter:

<http://www.widd.de/bernd/lva/>

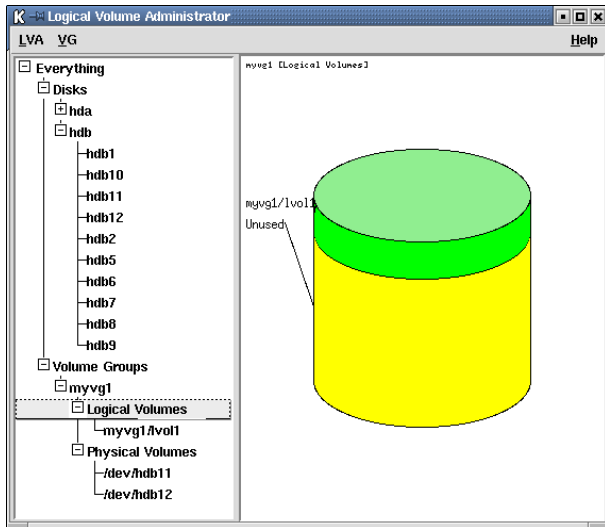


Abbildung 6.4: LVM-Konfiguration mit lva

6.14 DMA-Modus für IDE-Festplatten

Der DMA-Modus ermöglicht eine besonders effiziente Datenübertragung zwischen IDE-Festplatten (auch CD-ROM- oder DVD-Laufwerken) und dem Hauptspeicher. Die Übertragung erfolgt dabei nicht Byte für Byte über die CPU, sondern über einen DMA-Kanal (*Direct Memory Access*). Es wird also eine vorübergehende direkte Verbindung zwischen der Festplatte und dem Hauptspeicher hergestellt; die Übertragung wird durch den DMA-Controller gesteuert. Die Vorteile des DMA-Modus sind offensichtlich: die Datenübertragungsrate ist deutlich höher, gleichzeitig sinkt die CPU-Belastung beim Laden und Speichern großer Dateien.

DMA funktioniert selbstverständlich auch mit den meisten SCSI-Controllern. Dort ist das allerdings ein seit langem genutztes Feature, das nicht extra aktiviert werden muss.

DMA-Modus ausprobieren

Voraussetzungen: Damit Sie den DMA-Modus nutzen können, müssen sowohl Ihr Mainboard als auch Ihre Festplatte diesen Modus unterstützen. Das ist mittlerweile bei fast allen modernen Mainboards und Festplatten der Fall. Was die Mainboard-Unterstützung

anbelangt, empfiehlt sich ein Blick in das Handbuch sowie in die Kernel-Meldungen, die während des Bootens sowie durch das Kommando `dmesg` angezeigt werden. Entscheidend sind die beiden BM-DMA-Zeilen, die angeben, dass der DMA-Modus für alle vier IDE-Devices (`hda` bis `hdd`) unterstützt wird. (BM-DMA steht für Bus-Master-DMA.)

```
root# dmesg
...
VP_IDE: IDE controller on PCI bus 00 dev 39
VP_IDE: chipset revision 6
VP_IDE: not 100% native mode: will probe irqs later
VP_IDE: VIA vt82c686a (rev 1b) IDE UDMA66 controller on pci00:07.1
    ide0: BM-DMA at 0xd000-0xd007, BIOS settings: hda:DMA, hdb:DMA
    ide1: BM-DMA at 0xd008-0xd00f, BIOS settings: hdc:DMA, hdd:DMA
...
```

Ob auch Ihre Festplatte die DMA-Übertragung unterstützt, können Sie mit `hdparm` leicht feststellen (`/dev/hda` bezeichnet die erste IDE-Festplatte):

```
root# hdparm -i /dev/hda
Model=IBM-DTTA-351680 ...
DMA modes: sdma0 sdma1 sdma2 mdma0 mdma1 mdma2 udma0 udma1 *udma2
```

Das bedeutet, dass die Festplatte neun verschiedene DMA-Modi unterstützt. (SDMA = Singleword DMA, MDMA = Multiword DMA, UDMA = Ultra DMA.) Der `*` bedeutet, dass die Festplatte den UDMA2-Modus verwenden würde, wenn der DMA-Modus aktiviert wird. Der `*` gibt aber keinen Rückschluss darauf, ob das tatsächlich der Fall ist!

Ob einer der verfügbaren DMA-Modi bereits aktiv ist, können Sie mit `hdparm -d` feststellen:

```
root # hdparm -d /dev/hda
/dev/hda:
    using_dma      =  0 (off)
```

VORSICHT

Selbst wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, wird der DMA-Modus bei manchen Distributionen, Kernel-Versionen bzw. Mainboards *nicht* automatisch aktiviert. Der Grund: Der DMA-Modus kann in manchen Fällen zu Problemen mit der Zuverlässigkeit führen. Besonders problematisch ist die Verwendung des DMA-Modus bei CD- und DVD-Laufwerken. Die Ursachen sind meist schwer zu finden. Beispielsweise erlaubt die Spezifikation nur Festplattenkabel bis zu 45 cm Länge. Fast in jedem Rechner sind die Kabel länger, und meistens klappt es dennoch.

Aus diesen Gründen sollten eigene Experimente mit dem DMA-Modus mit Vorsicht durchgeführt werden. Führen Sie vorher `umount` für alle nicht benötigten Partitionen aus.

Umgekehrt gilt: Wenn Sie auf Ihrem Rechner Stabilitätsprobleme haben, deaktivieren Sie den DMA-Modus explizit, bis Sie sicher sind, dass nicht der DMA-Modus die Fehlerursache ist.

TIPP

Bei Red Hat 7.1 ist der DMA-Modus per Default aktiviert. Um ihn während der Installation oder beim Rechnerstart zu deaktivieren, können Sie die Kernel-Option `ide=nodma` verwenden.

DMA-Modus aktivieren: Die Aktivierung erfolgt für jede Festplatte getrennt durch `hdparm -d1`. (`-d0` deaktiviert den Modus wieder, falls das erforderlich sein sollte.)

```
root# hdparm -d1 /dev/hda
/dev/hda:
  setting using_dma to 1 (on)
  using_dma      =  1 (on)
```

Test: Zur Kontrolle, ob alles funktioniert, können Sie beispielsweise einen umfangreichen Verzeichnisbaum in eine Partition der Festplatte kopieren, für die der DMA-Modus aktiviert wurde:

```
root# mkdir /test-partition/test1
root# cp -a /usr /test-partition/test1
root# cp -a /test-partition/test1 /test-partition/test2
```

Anschließend sollten Sie einen Blick in `/var/log/messages` werfen: Wenn Sie dort Fehlermeldungen oder Warnungen mit dem Text *DMA disabled* finden, hat der Kernel den DMA-Modus nach Problemen automatisch wieder abgeschaltet. In diesem Fall gab es offensichtlich Probleme, und es ist nicht sinnvoll, den DMA-Modus zu nutzen!

Mit `hdparm -tT` können Sie die maximal mögliche Datenübertragungsgeschwindigkeit zwischen Festplatte und Rechner ermitteln. Sie erhalten zwei Resultate: die Geschwindigkeit für Daten im Cache der Festplatte und die Geschwindigkeit für Daten, die von der Festplatte gelesen werden müssen. Die folgenden Zeilen zeigen, dass sich die Übertragungsgeschwindigkeit durch die Aktivierung des DMA-Modus beinahe verdreifacht. (Beide Geschwindigkeiten sind theoretischer Natur. In der Praxis – also beim Zugriff auf reale Dateien – werden Sie kleinere Werte erzielen. Etwas realitätsnähere Geschwindigkeitstests können Sie mit `bonnie` durchführen – siehe Seite 279.)

```
root# dparm -d0 /dev/hdb
  setting using_dma to 0 (off)
  using_dma      =  0 (off)
root# hdparm -tT /dev/hdb
Timing buffer-cache reads:  128 MB in  1.33 seconds = 96.24 MB/sec
Timing buffered disk reads: 64 MB in 15.42 seconds =  4.15 MB/sec
root# hdparm -d1 /dev/hdb
  setting using_dma to 1 (on)
  using_dma      =  1 (on)
root# hdparm -tT /dev/hdb
Timing buffer-cache reads:  128 MB in  1.34 seconds = 95.52 MB/sec
Timing buffered disk reads: 64 MB in  5.26 seconds = 12.17 MB/sec
```

HINWEIS

Sie können mit `hdparm` je nach Mainboard und Festplatte einige weitere Parameter verändern:

- `cn` zur Aktivierung des 32-Bit-I/O-Supports
- `mn` zum gleichzeitigen Einlesen mehrerer Blöcke (Maximum: siehe `MaxMultSect` mit `hdparm -i`)
- `Xn` zur Aktivierung verschiedener Transfermodes etc.

Lesen Sie aber unbedingt die Manualseite zu `hdparm`, bevor Sie mit diesen Optionen experimentieren! Insbesondere die `-Xn`-Option ist gefährlich und kann zu einem Totalabsturz samt Datenverlust führen, wie ich aus eigener Erfahrung berichten kann!

VERWEIS

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Ultra-DMA-Mini-HOWTO, im `man`-Text zu `hdparm` und in den Kommentaren von `drivers/ide/ide-dma.c` (Kernel-Code). Grundlageninformationen zum DMA-Modus (unabhängig von Linux) finden Sie unter:

<http://developer.intel.com/design/chipsets/drivers/busmastr/>

DMA-Modus automatisch beim Rechnerstart aktivieren

Wenn Sie sich davon überzeugt haben, dass der DMA-Modus funktioniert (aber nicht ohnedies schon per Default aktiviert ist), sollten Sie Ihr System so konfigurieren, dass der DMA-Modus beim Rechnerstart automatisch aktiviert wird.

Mandrake und Red Hat: Der DMA-Modus wird global für alle Devices durch die Zuweisung `USE_DMA=0/1` in der Datei `/etc/sysconfig/harddisks` gesteuert. Wenn Sie den Modus pro Device (de)aktivieren möchten, können Sie individuelle Einstellungen in den Dateien `/etc/sysconfig/harddiskhda`, `-hdb` etc. durchführen. Die `harddisk`-Dateien werden während des Rechnerstarts vom Script `/etc/rc.d/rc.sysinit` ausgewertet.

HINWEIS

Bei meinem Testrechner mit einem VIA-Mainboard `vt82c686a` war der DMA-Modus übrigens für alle Devices aktiviert, obwohl `/etc/sysconfig/harddisks` die Zuweisung `USE_DMA=0` enthielt. Offensichtlich wurde der DMA-Modus hier bereits vom Kernel aktiviert.

SuSE: Bei SuSE 7.2 kann der DMA-Modus mit YaST2 im Dialog `HARDWARE|TUNING` aktiviert werden. Im Dialog können die Devices (Default: `hda` bis `hdl`) angegeben werden, für die der DMA-Modus genutzt werden soll. Die Device-Liste wird in `/etc/rc.config.d/idedma.rc.config` gespeichert. Außerdem wird in `/etc/rc.config` die Variable `START_IDEDMA` auf `yes` gestellt. Die Einstellungen kommen erst nach dem nächsten Rechnerstart zur Anwendung. Der DMA-Modus kann auch sofort durch das Kommando `/etc/init.d/idedma start` aktiviert werden.

DMA-Modus für CD-ROM- und DVD-Laufwerke

Obwohl die meisten CD- und DVD-Laufwerke den DMA-Modus prinzipiell unterstützen, gibt es damit in der Praxis sehr oft Probleme. Deswegen enthalten die Init-V-Skripts aller drei hier behandelten Distributionen Sicherheitsabfragen, die bewirken sollten, dass der DMA-Modus für CD- und DVD-Laufwerke nicht aktiviert wird.

DMA-Modus bei Red Hat deaktivieren: Bei Red Hat ist das Problem aufgetreten, dass der DMA-Modus trotz der Schutzmaßnahmen im `rc.sysinit`-Skript automatisch für alle Laufwerke aktiviert wurde (siehe auch den obigen Hinweis). Auf einem meiner Testrechner führte das immer wieder zu Systemaussetzern (*ATAPI timeout*, *ATAPI reset* etc.), die sich letztlich nur noch mit der Reset-Taste beheben ließen. Die vorgesehenen Konfigurationsdateien wurden nicht berücksichtigt. Abhilfe schufen erst die beiden folgenden Kommandos in `/etc/rc.d/rc.local`. Natürlich müssen Sie die Device-Angaben an die Ihres eigenen Systems anpassen.

```
# /etc/rc.d/rc.local
hdparm -d0 /dev/hdc      # DVD
hdparm -d0 /dev/hdd      # CD-R
```

DMA-Modus trotzdem aktivieren: Viele moderne CD-ROM- und DVD-Laufwerke würden vom DMA-Modus profitieren. Wenn Sie den DMA-Modus auch für CD/DVD-Laufwerke nutzen möchten und sich vorher vergewissert haben, dass dies keine Probleme bereitet, können Sie im `rc.sysinit`-Skript (Mandrake, Red Hat) bzw. im `idedma`-Skript (SuSE) den Test

```
if [ `cat /proc/ide/$dev/media` == "disk" ] ;
```

und die dazugehörige `fi`-Zeile auskommentieren (indem Sie jeweils das Zeichen `#` voranstellen).

Kapitel 7

Programm- und Prozessverwaltung

Dieses Kapitel beschreibt, wie Linux mit Prozessen umgeht. Im Verlauf dieses Kapitels lernen Sie,

- welche Möglichkeiten es gibt, Programme zu starten und (zur Not auch gewaltsam) wieder zu beenden,
- wie Sie ein Programm als gewöhnlicher Benutzer ausführen, als wären Sie `root`,
- was Dämonen sind,
- wie Sie Programme zu bestimmten Zeiten automatisch starten können und
- wozu das `/proc`-Verzeichnis dient.

7.1 Prozesse starten, verwalten und stoppen

Programme, Kommandos, Prozesse, Tasks: In diesem Kapitel ist überwiegend von Prozessen die Rede. Aber fast immer könnten Sie das Wort 'Prozess' durch 'Programm' oder 'Kommando' oder auch durch 'Task' ersetzen.

Genau genommen handelt es sich bei einem Programm bzw. einem Kommando (Linux-intern gibt es diese Unterscheidung nicht, sie ist eher sprachlich) um eine ausführbare Datei. Eine Programmdatei unterscheidet sich von anderen Dateien nur dadurch, dass das Zugriffsbit `x` gesetzt ist (siehe auch Seite 215).

Bei den beiden folgenden Dateien handelt es sich bei `server.tex` um eine Datendatei und bei `sichere` um ein Programm. (Genau genommen handelt es sich um ein einfaches Shell-Script, das ein Backup durchführt. Die Programmierung von Shell-Scripts wird in Kapitel 21 beschrieben.) In diesem Fall sind beides Textdateien, aber nur `sichere` ist ausführbar, weil dort die Zugriffsbits `x` gesetzt sind.

```
user$ ls -l s*
-rw-r--r--  1 kofler  users      180383 Apr 24 10:20 server.tex
-rwxr-xr-x  1 kofler  users       222 Jun  6 10:58 sichere
```

Erst durch den Start einer gleichsam leblosen Programmdatei wird diese zu einem lebendigen Prozess (Synonym 'Task'), der vom Linux-Kernel verwaltet wird. So gesehen müsste die Überschrift dieses Abschnitts eigentlich lauten: *Programme und Kommandos starten, Prozesse verwalten und stoppen*.

Programme starten

X: Wenn Sie unter X arbeiten, starten Sie Programme im Regelfall über ein Menü oder durch das Anklicken eines Icons. Unter KDE bietet das Tastenkürzel `(Alt)+(F2)` eine weitere Möglichkeit, Programme rasch zu starten.

Textkonsole, Shell-Fenster: Alternativ können Sie Programme auch in einem Shell-Fenster (z. B. `xterm`, `konsole` etc.) oder in einer Textkonsole starten. Dazu geben Sie einfach den Namen des Programms ein und drücken `(↵)`. Gerade Linux-Profis wählen oft diesen Weg, weil das Eintippen der paar Buchstaben meist schneller geht als die Suche des Programms im weitverzweigten KDE- oder Gnome-Menü.

Normalerweise reicht es aus, wenn Sie einfach den Namen des Programms angeben. Der Shell-Interpreter sucht das Programm dann in allen Verzeichnissen, die in der Umgebungsvariable `PATH` angegeben sind. Die folgenden Zeilen zeigen eine typische Einstellung dieser Variable.

```
user$ echo $PATH
/usr/local/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin:/bin:
/usr/games/bin:/usr/games:/opt/gnome/bin:
/opt/kde2/bin:/opt/kde/bin:/opt/gnome/bin
```

Wenn Sie ein Programm starten möchten, das sich nicht in einem dieser Verzeichnisse befindet, müssen Sie den vollständigen Pfad angeben. Das gilt auch für Programme im gerade aktuellen Verzeichnis! Hier wird der Pfad einfach durch einen Punkt angegeben (also beispielsweise `./meinprogramm`).

Vordergrund- und Hintergrundprozesse

Wenn Sie Programme unter X per Menü starten, laufen diese wie selbstverständlich als so genannte Hintergrundprozesse, ohne sich gegenseitig zu behindern. (Sie können also weitere Programme starten, ohne auf das Ende der bisher gestarteten Programme warten zu müssen.)

Ganz anders ist das Verhalten, wenn Sie ein Programm in einer Textkonsole bzw. einem Shell-Fenster ausführen. Das Programm wird als Vordergrundprozess gestartet. Bevor Sie das nächste Kommando eingeben können, müssen Sie auf das Ende des zuletzt gestarteten Programms warten.

Aber auch in Textkonsolen oder Shell-Fenstern können Sie Programme im Hintergrund starten. Dazu geben Sie einfach am Ende des Kommandos das Zeichen `&` an:

```
user$ xemacs &
```

Wenn Sie `&` vergessen haben, können Sie das Programm auch nachträglich in einen Hintergrundprozess umwandeln. Unterbrechen Sie die Programmausführung mit `(Strg)+(Z)` und setzen Sie das Programm mit `bg` fort:

```
user$ xemacs
<Strg>+<Z>
[1]+  Stopped  xemacs
user$ bg
[1]+  xemacs &
```

Wenn Sie statt `bg` das Kommando `fg` verwenden, wird das Programm als Vordergrundprozess fortgesetzt.

Bei manchen Kommandos stören bei der Hintergrundauführung diverse Textausgaben. Diese können Sie aber leicht unterdrücken, indem Sie sie nach `/dev/null` umleiten. Beispielsweise wird durch das folgende Kommando eine Diskette in Laufwerk A: im Hintergrund formatiert.

```
root# fdformat /dev/fd0H1440 > /dev/null &
```

Liste aller laufenden Prozesse (ps, top)

ps: Eine Liste der zurzeit laufenden Prozesse können Sie sehr einfach mit `ps` erzeugen. Ohne Optionen zeigt `ps` nur Ihre eigenen Prozesse an – und nur solche, die aus Textkonsolen bzw. Shell-Fenstern gestartet wurden. `ps` kann durch zahllose Optionen gesteuert

werden, von denen die allerwichtigsten auf Seite 959 beschrieben sind. Im folgenden Beispiel wurde die Liste aller Prozesse aus Platzgründen stark gekürzt.

```
user$ ps -A
  PID TTY          TIME CMD
    1 ?            00:00:04 init
    2 ?            00:00:00 keventd
    ...
  229 ?            00:00:00 dhcpcd
  281 ?            00:00:00 portmap
    ...
  773 ?            00:00:57 xemacs
 1034 ?            00:00:17 kdeinit
 1190 ?            00:00:01 kdeinit
 1191 pts/5        00:00:00 bash
    ...
```

top: Praktischer als `ps` ist meist `top`: Dieses Kommando ordnet die Prozesse danach, wie sehr sie die CPU belasten, und zeigt die gerade aktiven Prozesse zuerst an. Das Programm gibt auch einen Überblick über den aktuellen Speicherbedarf etc. Die Prozessliste wird alle paar Sekunden aktualisiert, bis das Programm mit `(Q)` beendet wird. Die folgenden Zeilen zeigen ein System im Leerlauf.

```
10:01am up 2:50, 1 user, load average: 0.02, 0.05, 0.00
73 processes: 72 sleeping, 1 running, 0 zombie, 0 stopped
CPU states: 2.3% user, 0.5% system, 0.0% nice, 96.9% idle
Mem: 254924K av, 179468K used, 75456K free, 0K shrd, 10232K buff
Swap: 144504K av, 0K used, 144504K free 91100K cach
```

PID	USER	PRI	NI	SIZE	RSS	SHARE	STAT	%CPU	%MEM	TIME	COMMAND
1368	kofler	18	0	968	968	760	R	4.6	0.3	0:00	top
537	root	13	0	25856	25M	1740	S	1.8	10.1	2:06	X
1190	kofler	12	0	9032	9032	7880	S	0.9	3.5	0:03	kdeinit
1	root	9	0	220	220	188	S	0.0	0.0	0:04	init
2	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:00	keventd
3	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:00	kapm-idled
4	root	19	19	0	0	0	SWN	0.0	0.0	0:00	ksoftirqd_CPU0
5	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:00	kswapd
...											

Der Wert in der PID-Spalte gibt die Prozessnummer an. Wenn Sie diese Nummer kennen, können Sie außer Kontrolle geratene Programme oder Hintergrundprozesse mit dem Kommando `kill` gewaltsam stoppen.

Prozesse können verschiedene Zustände annehmen. Die zwei häufigsten Zustände sind R (running) und S (sleeping, das Programm hat also gerade nichts zu tun und wartet auf Eingaben). Programme können auch vorübergehend unterbrochen werden und weisen dann den Zustand T (stopped) auf.

`top` nimmt auch interaktiv Kommandos entgegen. Damit können Sie Prozesse stoppen (`(K)`, kill) oder ihre Priorität verändern (`(R)`, renice).

kpm, ktop, gtop etc.: Zum textbasierten Kommando `top` gibt es natürlich auch grafische Alternativen: `ktop` (KDE 1), `kpm` und `ksysguard` (KDE 2) und `gtop` (Gnome).

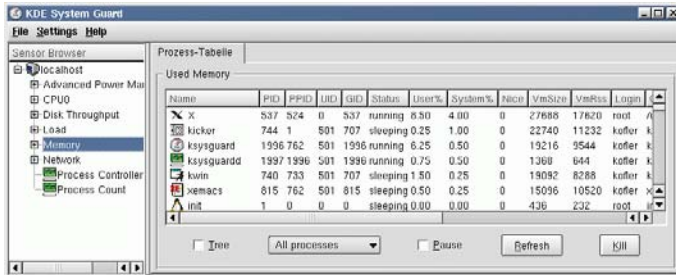


Abbildung 7.1: Prozessübersicht mit `ksysguard`

Prozesshierarchie

Intern wird mit jedem Prozess auch die PID-Nummer des Elternprozesses gespeichert. Diese Information ermöglicht die Darstellung eines Prozessbaums, an dessen Spitze immer der Prozess `init` steht. `init` ist das erste Programm, das unmittelbar nach dem Laden des Kernels gestartet wird (siehe Seite 359).

Die Darstellung der Prozesshierarchie gelingt am einfachsten mit dem Kommando `pstree`. Mit der Option `-h` werden die Elternprozesse zum gerade laufenden Prozess fett hervorgehoben. (Im Beispiel unten wurde `pstree` von einer `bash`-Shell in einem `xterm`-Fenster ausgeführt. Die vielen `kdeinit`-Einträge entsprechen verschiedenen KDE-Prozessen, die alle aus Geschwindigkeitsgründen via `kdeinit` gestartet wurden und daher nicht namentlich erkennbar sind.)

```
user$ pstree -h
init--+-artsd
      |-atd
      |-bdflush
      ...
      |-inetd
      |-kapm-idled
      |-9*[kdeinit]
      |- kdeinit--+-5*[kdeinit]
                  |-2*[kdeinit---bash]
                  |-kdeinit---bash---telnet
                  `-- kdeinit---bash--xemacs
                                     `-- xterm---bash---pstree
-kdm--+-X
      `--kdm---kde---ksmserver
...
|-usbmgr
`-xconsole
```

Prozesse gewaltsam beenden (kill, xkill)

Normalerweise endet ein Prozess mit dem Programmende. Aber leider kommt es auch unter Linux vor, dass Programme Fehler enthalten, sich nicht mehr stoppen lassen und womöglich immer mehr Speicher und CPU-Kapazität beanspruchen. In solchen Fällen muss der Prozess gewaltsam beendet werden.

Bei textorientierten Kommandos hilft in den meisten Fällen einfach **(Strg)+(C)**. Damit wird das Programm sofort beendet.

kill: Das Kommando `kill` versendet Signale an einen laufenden Prozess, der durch die PID-Nummer spezifiziert wird. (Diese Nummer können Sie mit `top` oder `ps` ermitteln.) Um ein Programm 'höflich' zu beenden, wird das Signal 15 verwendet. (`kill` verwendet dieses Signal per Default.) Hilft das nicht, muss das Signal 9 eingesetzt werden (hier für den Prozess 725).

```
user$ kill -9 725
```

`kill` kann nur für eigene Prozesse verwendet werden. Nur `root` darf auch fremde Prozesse beenden.

top: Auch mit `top` können Sie Prozesse beenden: Geben Sie einfach **(K)** und anschließend die Prozessnummer und das gewünschte Signal ein!

killall: Dieses Kommando ist insofern bequemer, als keine Prozessnummer, sondern der Programmname angegeben werden kann. Allerdings werden nun *alle* Prozesse dieses Namens beendet.

```
root# killall -9 netscape
```

`killall` ist ungeeignet für Prozesse, die über ein eigenes Startprogramm gestartet werden. (Beispielsweise werden alle KDE-2-Programme, die über ein Menü gestartet werden, aus Geschwindigkeitsgründen via `kdeinit` ausgeführt. Deswegen lautet der Prozessname – unabhängig vom tatsächlich ausgeführten Programm – immer `kdeinit`.)

xkill: Unter X geht es noch bequemer. Starten Sie in einem Shell-Fenster `xkill` und klicken Sie einfach das Fenster des Programms an, das Sie beenden wollen. An den Prozess wird wiederum das Signal 9 gesandt.

Unter KDE können Sie `xkill` auch mit **(Strg)+(Alt)+(Esc)** starten. Wenn das irrtümlich passiert, können Sie `xkill` mit **(Esc)** abbrechen.

Hartnäckige Fälle: Manchmal wird durch `xkill` zwar das Fenster geschlossen, der Prozess oder Teile davon laufen aber weiter. Vergewissern Sie sich mit `top` bzw. mit `ps`, dass das Programm wirklich beendet ist. Zur Not müssen Sie mit `kill -9 n` nachhelfen.

Blockierte Tastatur oder Maus: Wirklich unangenehm wird es, wenn ein X-Programm nicht nur hängen bleibt, sondern dabei auch den Tastatur- und Maus-Focus an sich reißt. Der Rechner reagiert dann auf (fast) keine Eingaben mehr. (Besonders mit Netscape 4.n ist mir das einige Male passiert.)

In solchen Fällen hilft oft die magische Tastenkombination `(Strg)+(Alt)+(F1)` weiter, mit der der Wechsel in die erste Textkonsole erfolgt. Dort können Sie sich einloggen und das betreffende Programm mit `top` suchen und beenden.

Manchmal ist die Tastatur leider vollständig blockiert. Dann besteht immer noch die Möglichkeit, sich über ein Netzwerk via `telnet` oder `ssh` einzuloggen und `kill` auf diese Weise auszuführen. Diese Variante ist natürlich nur möglich, wenn Sie in einem lokalen Netz arbeiten (und nur, wenn ein `telnet`- oder `ssh`-Login erlaubt ist).

Sollte X selbst nach dem Ende des Programms blockiert bleiben, können Sie versuchen, auch X gewaltsam zu beenden bzw. schließlich `shutdown` auszuführen. All diese Varianten sind besser als der Druck auf die Reset-Taste, der zu Datenverlusten führen kann!

Locking-Dateien: Manche Programme legen beim Start eine so genannte Locking-Datei an, um auf diese Weise sicherzustellen, dass nicht ein anderes Programm (oder auch eine zweite Inkarnation desselben Programms) auf gemeinsame Dateien zugreift. Bei Netscape ist das beispielsweise die Datei `~/netscape/lock`.

Wenn solche Programme gewaltsam beendet werden, muss die Locking-Datei vor einem neuerlichen Start manuell entfernt werden (Kommando `rm`).

Prozessgröße beschränken: Bei Programmen, die über eine Shell gestartet werden (etwa bei allen Kommandos, die in einem Shell-Fenster ausgeführt werden), können Sie mit dem Shell-Kommando `ulimit` den maximalen Speicherverbrauch, die maximale Größe erzeugter Dateien etc. begrenzen. `ulimit` wird üblicherweise in `/etc/profile` eingestellt. Weitere Informationen erhalten Sie auf Seite 914 sowie mit `man bash`.

Verteilung der Rechenzeit (`nice`, `renice`)

Im alltäglichen Betrieb von Linux ist die Rechenkapazität meist mehr als ausreichend, um alle laufenden Prozesse ohne Verzögerungen auszuführen. In diesem Fall wird die verbleibende Rechenzeit in einem Idle-Prozess gleichsam vernichtet. Dieser Prozess ist im Prinzip eine Endlosschleife, die immer dann ausgeführt wird, wenn gerade nichts anderes zu tun ist.

Anders sieht es aus, wenn Linux gerade mit rechenaufwändigen Prozessen beschäftigt ist (z. B. wenn Sie ein Programm kompilieren). In solchen Fällen versucht Linux, die zur Verfügung stehende Rechenzeit gerecht an alle Prozesse zu verteilen.

In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, einem Prozess bewusst mehr oder weniger Rechenzeit zuzuteilen. Dazu dient das Kommando `nice`, mit dem Programme mit reduzierter oder erhöhter Priorität gestartet werden können. Dazu wird an `nice` die gewünschte Priorität übergeben, die von 20 (ganz niedrig) bis -20 (ganz hoch) reicht. (Per Default werden Prozesse mit der Priorität 0 gestartet.) Im folgenden Beispiel wird ein Backup-Programm mit niedrigerer Priorität gestartet, damit es keine anderen Prozesse beeinträchtigt. (Es ist ja egal, ob das Backup zwei oder drei Sekunden länger dauert.)

```
user$ nice -n 10 sichere
```

Mit `renice` kann auch die Priorität von bereits laufenden Prozessen geändert werden. Als Parameter muss die Prozess-ID angegeben werden, die vorher mit `top` oder `ps` ermittelt wurde. Details zu `renice` finden Sie in der `man`-Seite. Auch `top` (Kommando `(R)`) und `kpm` sind in der Lage, interaktiv die Priorität eines Prozesses zu verändern.

HINWEIS

Beachten Sie, dass nur `root` Programme mit einer höheren Priorität als 0 starten kann, und dass auch nur `root` die Priorität eines bereits laufenden Prozesses erhöhen kann.

Ein- und Ausgabeumleitung, Pipe

Fast alle textorientierten Programme (Kommandos) erwarten Eingaben über den so genannten Standardeingabekanal (per Default die Tastatur) und senden Ausgaben an den Standardausgabekanal (der Text wird in der Konsole bzw. im Shell-Fenster angezeigt). Sowohl die Ein- als auch die Ausgabe lassen sich umleiten, wodurch sich viele Möglichkeiten ergeben. Beispielsweise speichert das folgende Kommando die Liste aller Dateien des Verzeichnisses `xy` in der Datei `z`:

```
user$ ls xy > z
```

Durch so genannte Pipes kann die Ausgabe eines Kommandos als Eingabe für das nächste Kommando verwendet werden. Beim folgenden Beispiel filtert `grep` aus der Liste aller installierten Pakete die heraus, die die Zeichenkette `'xf'` in beliebiger Groß- und Kleinschreibung enthalten. (Mit anderen Worten: Die Ausgaben des Kommandos `rpm` werden dank des Zeichens `|` an das zweite Kommando `grep` weitergeleitet.)

```
user$ rpm -qa | grep -i xf
xf86-4.0.3-33
xf86_3x-3.3.6-163
xf86tools-0.1-17
xfine-2.8-234
xfnt100-4.0.3-33
xfntscl-4.0.3-33
xf86glu-4.0.99.1-34
```

VERWEIS

Mehr Details und Beispiele zur Ein- und Ausgabeumleitung sowie zur Verwendung von Pipes finden Sie in Kapitel 20 ab Seite 866.

7.2 Prozesse unter einer anderen Identität ausführen

Bei der Programmausführung durch gewöhnliche Benutzer gibt es zwei wesentliche Einschränkungen:

- Gewöhnliche Benutzer dürfen nur die Prozesse ausführen, bei denen die Zugriffsrechte (Besitzer, Gruppe, r- und x-Zugriffsbits) dies zulassen. (Beispielsweise gibt es im Verzeichnis `/usr/sbin` eine ganze Reihe von Programmen, die nur von `root` gestartet werden können.)
- Prozesse gehören gleichsam dem Benutzer, der sie gestartet hat. Das bedeutet, dass der Prozess auf die gleichen Dateien zugreifen darf wie der Benutzer. (Umgekehrt formuliert: Dateien, die Sie als Benutzer nicht verändern dürfen, dürfen auch die von Ihnen gestarteten Programme nicht verändern.) Daraus ergibt sich als Konsequenz, dass vom Prozess neu erzeugte Dateien ebenfalls dem Benutzer gehören, der das Programm gestartet hat (siehe auch Seite 218).

Wenn Sie als gewöhnlicher Benutzer administrative Arbeiten durchführen möchten, können Sie dies nur tun, wenn Sie einzelne Prozesse als `root` starten. Dieser Abschnitt beschreibt einige Möglichkeiten, wie Sie das bewerkstelligen können, insbesondere `su`, `kdesu`, `sudo` sowie die Ausführung von Kommandos mit dem `suid`-Bit. (Alles, was in diesem Abschnitt für `root` beschrieben wird, gilt natürlich auch, wenn Sie Kommandos unter einem anderen Account ausführen möchten.)

VERWEIS

Wie so oft gäbe es noch mehr zu schreiben, als in diesem Abschnitt Platz hat. Weitere Informationsquellen sind das Security-HOWTO und das Remote-X-Mini-HOWTO. Werfen Sie auch einen Blick auf die folgende Seite:

<http://portal.suse.de/de/content/security/mightyuser.html>

Als root einloggen

Die offensichtlich einfachste Lösung besteht darin, sich als `root` einzuloggen. Wenn Sie unter X arbeiten möchten, müssen Sie sich dazu aber erst als normaler Benutzer ausloggen. Einfacher ist es, wenn Sie sich mit einer Textkonsole begnügen: Wechseln Sie einfach in eine freie Konsole und loggen Sie sich dort als `root` ein. Dazu müssen Sie weder X noch Ihre Arbeit in anderen Konsolen beenden.

Es wurde in diesem Buch schon mehrfach darauf hingewiesen, dass es keine gute Idee ist, ständig als `root` zu arbeiten: Die Gefahr ist einfach zu groß, dass Sie irrtümlich Schaden anrichten. Auch die Tatsache, dass Unix/Linux bis jetzt weitgehend von Viren verschont worden ist, hat damit zu tun, dass die meisten Anwender nicht als `root` arbeiten. Alleine dadurch ist das Schadenspotenzial eines Virus gering.

su

In vielen Fällen geht es nur darum, rasch ein Kommando als `root` auszuführen – da wäre ein Verlassen von `X` sehr unkomfortabel. Die einfachste Möglichkeit, innerhalb eines `X-Shell`-Fensters den Benutzer zu ändern, bietet das Kommando `su name`. Wenn Sie das Kommando nicht als `root` ausführen, werden Sie nach dem Passwort des jeweiligen Anwenders gefragt. Innerhalb des Shell-Fensters (`xterm`, `konsole`) können Sie jetzt Kommandos unter dem geänderten Namen ausführen, bis Sie durch `exit` oder **(Strg)+(D)** zurück in den Normalmodus wechseln.

TIPP

Damit `su` ein vollwertiger Ersatz für einen `root`-Login ist, müssen Sie die Option `-l` verwenden! Damit erreichen Sie, dass alle Login-Startdateien (etwa zur korrekten Definition von `PATH`) eingelesen werden.

Die folgenden Zeilen zeigen, wie ein gewöhnlicher Benutzer sich kurz als `root` anmeldet, als `root` eine Festplattenpartition in den Verzeichnisbaum einbindet und sich dann als `root` wieder ausloggt und normal weiterarbeitet.

```
user$ su -l root
Password: xxx
root# mount -t ext2 /test /dev/hdc7
root# <Strg>+<D>
logout
user$ ls /test
```

su unter X

Solange Sie mit der durch `su` geänderten Identität Textkommandos ausführen, klappt alles hervorragend. Wenn Sie ein `X-Programm` starten möchten, werden Sie vermutlich eine der folgenden Fehlermeldungen erhalten:

```
root# kedit /etc/fstab
kedit: cannot connect to X server
Xlib: connection to "localhost:0.0" refused by server
```

Die Fehlermeldungen haben zwei unterschiedliche Ursachen: Erstens verbietet es `X` aus Sicherheitsgründen, dass fremde Benutzer Programme starten können. Diese Restriktionen können mit dem Kommando `xhost` gelockert werden. (`xhost` muss von dem Benutzer ausgeführt werden, der sich unter `X` eingeloggt hat, nicht etwa von `root`!)

Zweitens ist zum Start eines `X-Programms` die Umgebungsvariable `DISPLAY` erforderlich. Diese Variable muss den Namen des Rechners enthalten, auf dem das Programm angezeigt werden soll. (Das mag überflüssig erscheinen – aber dieser Eindruck täuscht. `X` ist ein netzwerkfähiges Protokoll, und es ist keinesfalls selbstverständlich, dass ein `X-Programm` immer am lokalen Rechner angezeigt wird.) Die Variable `DISPLAY` wird nur beim `X-Login` initialisiert, nicht aber beim Login durch `su`.

Damit das Arbeiten unter X auch unter einer fremden Identität funktioniert, ist folgende Kommandoabfolge erforderlich:

```
user$ xhost +localhost
user$ su -l root
Password: xxx
root# export DISPLAY=localhost:0
root# kedit /etc/fstab &
root# <Strg>+<D>
logout
user$ xhost -localhost
```

Zuerst erlaubt der ursprünglich unter X eingeloggte Benutzer mit `xhost` allen anderen lokalen Benutzern, unter X ebenfalls Programme zu starten. Dann deklariert `root` die Umgebungsvariable `DISPLAY`. Der folgende Programmstart funktioniert problemlos. Nach dem Log-Out nimmt der ursprüngliche Benutzer die `xhost`-Rechte wieder zurück.

HINWEIS

Wenn Sie häufig als fremder Benutzer unter X arbeiten möchten, empfiehlt sich eine bleibende Konfiguration. X sieht dazu ein eigenes Authentifizierungssystem vor, nämlich `xauth`. Das System ist in der `man`-Seite zu `xauth` bzw. im `Remote-X-Mini-HOWTO` dokumentiert.

kdesu – Die su-Variante für KDE

Unter KDE können Sie zum Start beliebiger X-Programme statt `su` auch `kdesu` verwenden. Damit ersparen Sie sich nicht nur die Einstellung von `xhost` und `DISPLAY`, sondern Sie bekommen auch noch eine schöne Login-Box, in der Sie das Passwort angeben können.

Eine besondere Spezialität von `kdesu` besteht darin, dass sich das Programm Passwörter merken kann. (Die Passwörter werden nicht in einer Datei gespeichert, sondern bleiben lediglich bis zum Verlassen von KDE im RAM. Dennoch stellt diese Funktion ein Sicherheitsproblem dar – laut Meinung des Autors von `kdesu` aber nur ein kleines.)

```
user$ kdesu kedit /etc/fstab
```

HINWEIS

`kdesu` funktioniert nur, wenn der Dämon `kdesud` läuft. Dieser wird üblicherweise beim KDE-Start gestartet. Eine Zusammenfassung der zahlreichen `kdesu`-Optionen erhalten Sie mit `kdesu --help-all`.

sudo

`sudo` verfolgt einen ganz anderen Ansatz als die `su`-Varianten. Das Programm ermöglicht (erst nach entsprechender Konfiguration) bestimmten Benutzern die Ausführung

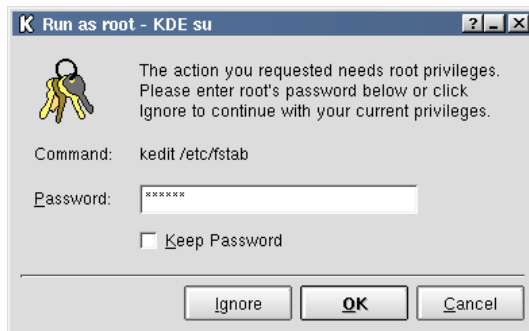


Abbildung 7.2: Login mit kdesu

bestimmter Programme. `sudo` führt diese Programme dann so aus, als wären sie von einem anderen Benutzer gestartet worden (Default: `root`). Bei geeigneter Konfiguration können dank `sudo` einzelne Benutzer administrative Aufgaben übernehmen bzw. systemkritische Kommandos ausführen, ohne dazu das `root`-Passwort kennen zu müssen.

`sudo` gilt zwar als ausgereiftes Programm, es stellt aber dennoch ein potenzielles Sicherheitsrisiko dar: Unter Umständen (d. h. durch einen Fehler in einem Programm, das mit `sudo` ausgeführt werden darf) kann es passieren, dass ein Benutzer mit `sudo`-Rechten über Umwege auch andere Programme ausführen kann. (Dieses Risiko ist aber deutlich geringer als jenes, dass das `root`-Passwort in falsche Hände gerät.) `sudo` protokolliert alle ausgeführten Kommandos (auch gescheiterte Versuche) üblicherweise in `/var/log/messages`.

Bevor `sudo` die Ausführung eines Programms erlaubt, muss dieses Recht für einen bestimmten Benutzer und für ein bestimmtes Programm in der Datei `/etc/sudoers` angegeben werden. Wenn `/etc/sudoers` beispielsweise die folgende Zeile enthält, dann darf die Benutzerin `kathrin` am Rechner `uranus` das Kommando `/sbin/fdisk` ausführen. (Das Schlüsselwort `ALL` bedeutet, dass `kathrin` das Kommando unter jedem beliebigen Account ausführen darf (also als `root`, als `news`, als `lp` etc.).

```
kathrin uranus=(ALL) /sbin/fdisk
```

Kathrin kann nun `fdisk` folgendermaßen ausführen:

```
kathrin$ sudo /sbin/fdisk /dev/hda
Password: xxxxxx
```

Als Passwort muss das der Benutzerin `kathrin` angegeben werden (nicht das von `root`!). Bei `fdisk` muss der vollständige Pfad angegeben werden, falls sich `fdisk` nicht in einem der `PATH`-Verzeichnisse von `kathrin` befindet. `fdisk` wird automatisch im Account `root` ausgeführt. (Ein anderer Account kann mit `sudo -u account` gewählt werden.)

Die Konfiguration von `/etc/sudoers` bietet viel mehr syntaktische Möglichkeiten, als hier angedeutet wurde. Lesen Sie die `man`-Seiten zu `sudo` und zu `sudoers`!

`/etc/sudoers` sollte mit `visudo` editiert werden (siehe auch dessen `man`-Seite). Weitere Infos finden Sie auf der `sudo`-Homepage: <http://www.courtesan.com/sudo/>

suid- und guid-Zugriffsbits

Die `suid`- und `guid`-Zugriffsbits stellen eine Möglichkeit dar, bestimmte Programme so zu kennzeichnen, dass jeder sie ausführen kann, als wäre er/sie `root`. Der wesentliche Unterschied zu `sudo` besteht darin, dass die `suid`- und `guid`-Zugriffsbits für *alle* Benutzer gelten (während die Benutzer bei `sudo` in `/etc/sudoers` explizit aufgezählt werden müssen). Weitere Informationen zu den `suid`- und `guid`-Zugriffsbits finden Sie auf Seite 217.

7.3 Systemprozesse (Dämonen)

Als Dämonen (engl. *daemons*) werden Hintergrundprozesse zur Systemverwaltung bezeichnet. Diese Prozesse werden bereits während des Hochfahrens des Rechners im Rahmen des `Init-V`-Prozesses gestartet (Details zum Systemstart finden Sie auf Seite 359). Wenn Sie mit der `Windows-NT/2000/XP`-Diktion vertraut sind, entsprechen Linux-Dämonen den `Windows-Services`.

Die folgende Liste beschreibt ganz kurz die Aufgaben der wichtigsten Dämonen. Soweit die Programme in diesem Buch beschrieben werden, werden Seitenverweise angegeben.

<code>cron</code>	startet andere Programme zu vorgegebenen Zeiten (Seite 310)
<code>cupsd</code>	Druckerspooler (Seite 423)
<code>devfsd</code>	verwaltet das <code>/dev</code> -Dateisystem (Seite 227)
<code>dhcpcd</code>	weist anderen Rechnern die IP-Netzwerkadresse zu (Seite 772)
<code>dhcpcd</code>	liest die IP-Netzwerkadresse (Seite 603)
<code>ftpd</code>	FTP-Server (Seite 796)
<code>gdm</code>	Gnome-Login-Manager (Seite 535)
<code>httpd</code>	Webserver (z. B. Apache)
<code>inn</code>	News-Server
<code>kdm</code>	KDE-Login-Manager (Seite 533)
<code>inetd</code>	startet andere Netzwerkdämonen (Seite 792)
<code>ippd</code>	startet ISDN (Seite 657)
<code>kjournald</code>	aktualisiert die <code>ext3</code> -Journaling-Datei (Seite 271)
<code>klogd</code>	protokolliert Kernel-Meldungen (Seite 370)
<code>knfsd</code>	Datei-Server für <code>Unix/Linux-Recher</code> (NFS; Seite 798)
<code>leafnode</code>	News-Server (Seite 754)
<code>lisa</code>	LAN Information Server für KDE (Seite 556)
<code>lpd</code>	Druckerspooler (Seite 414)
<code>named</code>	Domain-Name-Server (Seite 778)
<code>nmbd</code>	Name-Server für <code>Windows</code> (Seite 807)

nscd	Cache für Benutzer, Gruppen und Rechnernamen (Seite 601)
ntpd	Zeiteinstellung mit dem <i>Network Time Protocol</i> (Seite 169)
portmap	Teil des NFS-Servers (Seite 798)
sendmail	Mail-Server zum Versenden von E-Mails (Seite 735)
sshd	Secure-Shell-Server (Seite 797)
smbd	Datei-Server für Windows (Samba; Seite 807)
squid	Web-Proxy und -Cache
syslogd	protokolliert Systemmeldungen (Seite 370)
usbld	USB-Modulverwaltung (Mandrake, Seite 457)
usbmgr	USB-Modulverwaltung (SuSE, Seite 458)
xdm	X-Display-Manager (Seite 526)
xfs	X-Font-Server (Seite 514)
xinetd	startet andere Netzwerkdämonen (Seite 792)

7.4 Prozesse automatisch starten (crontab)

Wenn Ihr Rechner plötzlich – scheinbar unvermittelt – damit beginnt, die Festplatte zu durchsuchen, Ihnen E-Mails zusendet etc., dann ist die Ursache fast immer der automatische Start von Prozessen durch den Dämon *cron*. Dieses Programm wird beim Rechnerstart durch den Init-V-Prozess automatisch gestartet. Es wird einmal pro Minute aktiv, analysiert alle *crontab*-Dateien und startet die dort angegebenen Programme. *cron* wird in erster Linie für Wartungsarbeiten verwendet – um Logging-Dateien abzuschneiden, um temporäre Dateien zu löschen etc.

Die globale Konfiguration von *cron* erfolgt durch die Datei */etc/crontab*. Darüber hinaus dürfen Benutzer Ihre eigenen *cron*-Jobs in den benutzerspezifischen Dateien */var/spool/cron/tabs/user* definieren.

Das Recht der benutzerspezifischen *cron*-Steuerung kann mit den beiden Dateien */var/spool/cron/allow* und */deny* eingestellt werden. Wenn *allow* existiert, dürfen nur die hier eingetragenen Benutzer *cron*-Kommandos ausführen. Wenn *deny* existiert, sind die hier eingetragenen Benutzer ausgeschlossen. Existiert keine dieser Dateien, hängt es von der Kompilation von *cron* ab, ob irgendwelche Benutzer außer *root* *cron* verwenden dürfen.

crontab: Die Datei */etc/crontab* enthält zeilenweise Einträge für die auszuführenden Programme. Die Syntax sieht so aus:

```
# in /etc/crontab
min hour day month weekday user command
```

<i>min</i>	gibt an, in welcher Minute (0-59) das Programm ausgeführt werden soll.
<i>hour</i>	gibt die Stunde an (0-23).
<i>day</i>	gibt den Monatstag an (0-31).
<i>month</i>	gibt den Monat an (0-12).

<i>weekday</i>	gibt den Tag der Woche an (0-7, 0 und 7 bedeuten jeweils Sonntag).
<i>user</i>	gibt an, für welchen Benutzer das Kommando ausgeführt werden soll (meist <code>root</code>).
<i>command</i>	enthält schließlich das auszuführende Kommando.

Wenn in den ersten fünf Feldern statt einer Zahl ein `*` angegeben wird, wird dieses Feld ignoriert. `15 * * * *` bedeutet beispielsweise, dass das Kommando immer 15 Minuten nach der ganzen Stunde ausgeführt werden soll, in jeder Stunde, an jedem Tag, in jedem Monat, unabhängig vom Wochentag. `29 0 * * * 6` bedeutet, dass das Kommando an jedem Samstag um 0:29 ausgeführt wird.

Für die Zeitfelder ist auch die Schreibweise `*/n` erlaubt. Das bedeutet, dass das Kommando jede n -te Minute/Stunde etc. ausgeführt wird. `*/15 * * * *` würde also bedeuten, dass das Kommando viertelstündlich ($n:00$, $n:15$, $n:30$ und $n:45$) ausgeführt würde.

Was 0 für den Monatstag bzw. den Monat bedeutet, geht aus der sonst recht klaren Dokumentation leider nicht hervor (siehe man 5 crontab).

Benutzerspezifische cron-Dateien: Die Dateien `/var/spool/cron/tabs/user` haben dasselbe Format wie `crontab`. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die `user`-Spalte fehlt.

Konfiguration ändern: Um die globale cron-Konfiguration zu verändern, können Sie `/etc/crontab` bzw. die Dateien in `/etc/cron*` direkt mit einem Editor bearbeiten. Wenn Sie dagegen benutzerspezifische cron-Einträge vornehmen möchten, sollten Sie dazu das Kommando `crontab -e` einsetzen. (Führen Sie vorher `export EDITOR=emacs` aus, wenn Sie nicht mit dem `vi` arbeiten möchten. Die Manual-Seiten zu `cron` und `crontab` geben weitere Informationen.)

cron.hourly, .daily, .weekly, .monthly: Bei den meisten Distributionen (z. B. Debian, Mandrake, Red Hat, SuSE) sieht die Defaultkonfiguration so aus, dass `/etc/crontab` lediglich einige wenige Einträge enthält, die bewirken, dass einmal pro Stunde alle Script-Dateien in `/etc/cron.hourly/*` ausgeführt werden, einmal pro Tag die Script-Dateien in `/etc/cron.daily/*` etc. Dieses Konzept erleichtert die cron-Konfiguration erheblich. Für die meisten Fälle reicht es aus, einfach eine zusätzliche Script-Datei in eines der vier `/etc/cron.xxx`-Verzeichnisse zu kopieren, damit die darin angegebenen Kommandos ausgeführt werden.

Eine direkte Veränderung von `/etc/crontab` ist nur erforderlich, wenn Sie mit den vorgegebenen Zeitenabständen nicht einverstanden sind. (Beachten Sie aber, dass Ihre Änderungen in `/etc/crontab` bei einem Distributions-Update vermutlich überschrieben werden.)

Tipp

Bei manchen Distributionen wird eines der folgenden grafischen Tools zur Bearbeitung der cron-Konfigurationsdateien mitgeliefert: `gcrontab` (Gnome), `kcron` (KDE) oder `vcron` (Tcl/Tk). Die genannten Programme bieten mehr Komfort als das Kommando `crontab`, sind allerdings noch nicht gleichermaßen ausgereift und stabil.

7.5 /proc-Verzeichnis

Sie können eine Menge interne Kernel-Informationen sowie Daten zu allen gerade laufenden Prozessen aus den Dateien des /proc-Verzeichnis entnehmen. Unter anderem ist dort jedem Prozess ein eigenes Unterverzeichnis zugeordnet. Innerhalb des Prozessverzeichnisses befinden sich dann einige Dateien mit diversen Verwaltungsdaten (z. B. die zum Start verwendete Kommandozeile). Diese Daten werden von diversen Kommandos zur Prozessverwaltung (z. B. `top`, `ps` etc.) ausgewertet.

Die Dateien im /proc-Verzeichnis sind keine echten Dateien und beanspruchen daher auch keinen Platz auf der Festplatte. (Das gilt auch für die scheinbar sehr große Datei `/proc/kcore`, die den Arbeitsspeicher abbildet.) Vielmehr handelt es sich bei diesem Verzeichnis um ein virtuelles Dateisystem, das der Linux-Kernel zur Verfügung stellt.

Die meisten der /proc-Dateien liegen im Textformat vor. Um die Dateien zu lesen, müssen Sie unter Umständen `cat` statt `less` verwenden. (Manche `less`-Versionen kommen mit den virtuellen Dateien des /proc-Verzeichnisses nicht zurecht.)

Wichtige /proc-Dateien

<code>/proc/n/*</code>	Informationen zum Prozess mit der PID= <i>n</i>
<code>/proc/apm</code>	APM-Informationen (Advanced Power Management)
<code>/proc/asound</code>	ALSA (Advanced Linux Sound Architecture)
<code>/proc/bus/usb/*</code>	USB-Informationen
<code>/proc/bus/pccard/*</code>	PCMCIA-Informationen
<code>/proc/bus/pci/*</code>	PCI-Informationen
<code>/proc/cmdline</code>	LILO-Boot-Parameter
<code>/proc/config.gz</code>	Kernel-Konfigurationsdatei (SuSE)
<code>/proc/cpuinfo</code>	CPU-Informationen
<code>/proc/devices</code>	Nummern von aktiven Devices
<code>/proc/fb</code>	Informationen zum Frame Buffer
<code>/proc/filesystems</code>	im Kernel enthaltene Dateisystemtreiber
<code>/proc/ide/*</code>	IDE-Laufwerke und -Controller
<code>/proc/interrupts</code>	Nutzung der Interrupts
<code>/proc/iomem</code>	Nutzung des IO-Speichers
<code>/proc/ioports</code>	Nutzung der IO-Ports
<code>/proc/lvm/*</code>	Nutzung des Logical Volume Managers
<code>/proc/mdstat</code>	RAID-Zustand
<code>/proc/modules</code>	aktive Module
<code>/proc/mounts</code>	aktive Dateisysteme
<code>/proc/ohci1394</code>	IEEE-1394-Informationen (Firewire)
<code>/proc/net/*</code>	Netzwerkzustand und -Nutzung
<code>/proc/partitions</code>	Partitionen der Festplatten
<code>/proc/pci</code>	PCI-Informationen (alt, siehe <code>/proc/bus/pci</code>)

Wichtige /proc-Dateien (Fortsetzung)

/proc/scsi/*	SCSI-Laufwerke und -Controller
/proc/splash	steuert das VGA-Hintergrundbild für Textkonsole 1
/proc/sys/*	System- und Kernel-Informationen
/proc/uptime	Zeit in Sekunden seit dem Rechnerstart
/proc/version	Kernel-Version

VERWEIS

Über das /proc/sys-Verzeichnis können Sie Kernel-Parameter im laufenden Betrieb verändern – siehe Seite 387. Eine sehr ausführliche Beschreibung aller /proc-Dateien finden Sie im Buch zur Linux-Kernel-Programmierung von Michael Beck et al. – siehe Quellenverzeichnis.

Kapitel 8

Systemstart

In diesem Kapitel geht es um den Start eines Linux-Systems. Der Systemstart wird primär durch zwei Komponenten bestimmt:

- **LILO** ist dafür verantwortlich, dass der Linux-Kernel gestartet wird. Dazu wird LILO (ein winziges Programm) auf eine Diskette oder in den Bootsektor einer Festplatte installiert. Diese Installation kann je nach Hard- und Software recht trickreich sein und wird in allen Facetten beschrieben. Behandelt werden unter anderem die Erstellung von Bootdisketten, die LILO-Deinstallation, das 1024-Zylinder-Limit etc.
- Der **Init-V-Prozess** (das Programm `init`) kümmert sich darum, dass unmittelbar nach dem Kernel verschiedene Initialisierungsarbeiten durchgeführt werden (Dateisysteme einbinden etc.) und dass diverse Systemprozesse gestartet werden (beispielsweise für alle Netzwerkfunktionen). Ein Grundverständnis dieses Prozesses hilft sehr bei der Durchführung von Konfigurationsarbeiten.

Neben diesen Schwerpunkten werden einige weitere Themen eher knapp angerissen:

- LILO-Alternativen (GRUB, Loadlin, SYSLINUX etc.)
- Kernel-Bootoptionen zur Umgehung von Hardware-Problemen beim Rechnerstart
- Logging-Dateien als Hilfsmittel bei der Fehlersuche

VERWEIS

Die Informationen in diesem Kapitel sollten auch dann weiterhelfen, wenn Sie Ihren Rechner nicht mehr starten können. Weitere Erste-Hilfe-Tipps finden Sie auf Seite 102 sowie im Anhang, wo für mehrere Distributionen der Umgang mit Notfall-Disketten und -CDs kurz beschrieben wird.

Nach LILO und `init` wird üblicherweise auch X gestartet. Details zum X-Startprozess finden Sie ab Seite 526.

8.1 LILO

Zum Booten ist es erforderlich, dass die Linux-Kernel-Datei von der Diskette oder der Festplatte ins RAM geladen und dann gestartet wird. Der Kernel muss alle Treiber zum Zugriff auf die Root-Partition enthalten. Das Laden und Starten des Kernels ist die Aufgabe von LILO (Linux Loader). Dieses Programm steht daher im Mittelpunkt dieses Kapitels.

LILO startet nicht nur Linux, es kann auch dazu verwendet werden, andere Betriebssysteme (DOS, OS/2, diverse Windows-Versionen) hochzufahren. LILO ist insofern ein Schlüsselement im Hinblick auf Dual- oder Multi-Bootsysteme, bei denen Sie nach dem Rechnerstart angeben können, welches Betriebssystem geladen werden soll.

Dieser Abschnitt hat immer die friedliche Koexistenz mehrerer Betriebssysteme im Auge. Falls auf Ihrem Rechner als einziges Betriebssystem Linux installiert ist, brauchen Sie keine Rücksicht auf andere Betriebssysteme zu nehmen. In diesem Fall ist die LILO-Konfiguration weitgehend trivial, und Sie können den Großteil dieses Abschnitts einfach überblättern. (Es ist aber dennoch sinnvoll, dass Sie die Funktionsweise von LILO verstehen. Außerdem müssen Sie auch bei einem reinen Linux-System auf das 1024-Zylinder-Limit Rücksicht nehmen.)

Die LILO-Installation zählt neben der Partitionierung der Festplatte zu den kritischsten Teilen einer Linux-Installation. Wenn Sie dabei blind dem Installationsprogramm Ihrer Distribution vertrauen, ist die Chance recht groß, dass alles auf Anhieb funktioniert. Leider kann aber auch einiges schief gehen – und mit etwas Pech können Sie danach weder Linux noch ihr altes Betriebssystem booten!

VORSICHT

Dieses Dilemma können Sie vermeiden, wenn Sie den folgenden Ratschlag befolgen: Erstellen Sie während der Linux-Installation eine Bootdiskette bzw. installieren Sie LILO auf eine Diskette (nicht auf die Festplatte)! Fast alle Distributionen bieten diese Möglichkeit.

Mit dieser Diskette können Sie Linux booten. Dann sollten Sie sich die Mühe machen und diesen Abschnitt lesen, bevor Sie LILO auf Ihre Festplatte installieren. Lesen Sie insbesondere die Abschnitte ab Seite 329, wo es darum geht, ein Backup des Bootsektors zu erstellen bzw. den Bootsektor nach einer fehlgeschlagenen LILO-Installation wieder herzustellen!

Überblick

Bevor es mit den zahlreichen LILO-Details losgeht, hilft ein kurzer Überblick bei der Orientierung in diesem recht langen Abschnitt.

- **LILO bedienen:** Vielleicht haben Sie Linux (samt LILO) schon installiert? Nach dem Rechnerstart (egal, ob von einer Diskette oder von der Festplatte) erscheinen die vier Buchstaben 'lilo' auf dem Bildschirm. Seite 318 beschreibt, wie es dann weitergeht.

- **LILO-Grundlagen:** Ganz egal, ob Sie LILO manuell einrichten (Konfigurationsdatei `/etc/lilo.conf`) oder ob Sie dazu ein Tool Ihrer Lieblingsdistribution einsetzen – Sie sollten wissen, was Sie dabei eigentlich tun! Ab Seite 319 wird das erforderliche Grundlagenwissen vermittelt und ab Seite 321 das Format der LILO-Konfigurationsdatei beschrieben.
- **LILO-Bootdisketten:** LILO kann wahlweise auf die Festplatte oder auf eine Diskette installiert werden. Erste Experimente sollten unbedingt mit einer Diskette durchgeführt werden! Ab Seite 326 werden drei verschiedene Möglichkeiten beschrieben, Bootdisketten zu erzeugen.
- **LILO-Installation auf der Festplatte:** Noch eleganter ist natürlich die LILO-Installation auf die Festplatte. Beim Rechnerstart können Sie zwischen verschiedenen Betriebssystemen auswählen (z. B. Windows oder Linux) – und das ohne langsame Zugriffe auf Disketten. Allerdings besteht die Gefahr, dass Sie nach einer fehlerhaften LILO-Installation auf die Festplatte weder Windows noch Linux starten können! Daher ist bei diesem Schritt Vorsicht angebracht. Auf Seite 329 wird nicht nur die Installation von LILO in den MBR (Master Boot Record) beschrieben, sondern auch, wie Sie vorher eine Sicherheitskopie dieses Sektors erstellen und wie Sie LILO später einmal deinstallieren können.
- **LILO und das 1024-Zylinder-Limit:** Im Gegensatz zu Linux ist LILO auf das BIOS angewiesen. Dieses ist allerdings heute noch kompatibel mit Systemen aus der Computer-Steinzeit und verursacht daher häufig Probleme: Unter bestimmten Umständen können Sie Linux nur starten, wenn sich die Bootdateien in einer Partition am Anfang der Festplatte befinden. Ab Seite 330 finden Sie Hintergrundinformationen zu diesem Limit – und Tipps, wie dieses Limit umgangen werden kann.
- **LILO und Windows NT/2000/XP:** LILO ist leider nur unter bestimmten Voraussetzungen in der Lage, Windows NT/2000/XP zu starten. Dennoch stellt es kein Problem dar, ein Multibootsystem für Linux und Windows NT/2000/XP einzurichten. Ab Seite 336 wird beschrieben, wie das geht.
- **SCSI-, RAID, LVM-, Reiserfs-Systeme starten:** Damit der Linux-Kernel nach seinem Start auf die Systempartition (Root-Partition) zugreifen kann, benötigt er gegebenenfalls SCSI-, RAID-, LVM- oder spezielle Dateisystemtreiber. Wenn diese nicht Bestandteil des Kernels sind, müssen sie als Module von einer RAM-Disk geladen werden. Details dazu finden Sie ab Seite 332.
- **LILO-Fehlermeldungen:** Wenn der Start von Linux durch LILO nicht klappt, versucht LILO zumindest Fehlermeldungen anzugeben. Deren Interpretation ist allerdings eine eigene Kunst. Ab Seite 339 gibt es eine Einführung in diese Kunst.
- **LILO-Reboot:** Wenn Sie den Rechner für einen Neustart herunterfahren, können Sie mit `lilo -R` angeben, wie der Rechner anschließend neu gestartet werden soll.
- **Menüs und Grafikmodus:** Mit den aktuellen LILO-Versionen können Sie die Auswahl des gewünschten Betriebssystems mit einem Menü vereinfachen bzw. mit einer Hintergrundgrafik ansprechender gestalten – siehe Seite 341.
- **LILO-Konfigurationshilfen:** Sie können sich bei der LILO-Konfiguration von den Tools der diversen Distributionen helfen lassen. Das spart etwas Tippaufwand, führt

aber meist nur dann zum gewünschten Ergebnis, wenn Sie auch verstehen, was Sie tun (und wenn das Tool der jeweiligen Distribution die Gegebenheiten Ihres Systems richtig erkennt, was leider nicht immer der Fall ist). Seite 342 zählt einige derartige Programme auf.

VERWEIS

Zu LILO gibt es eine umfangreiche Online-Dokumentation. man `lilo.conf` und man `lilo` beschreiben das Installationsprogramm und das Format der Steuerungsdatei. Eine noch detailliertere Beschreibung wird bei den meisten Distributionen als Teil des LILO-Pakets mitgeliefert (siehe `rpm -qd lilo`, Dateien `text.ps` und `user.ps`). Lesenswert sind auch die diversen (Mini-)HOWTOs: Bootdisk, Boot+Root+Raid+LILO, LILO, LILO-crash-rescue, Linux+WinNT sowie Multiboot-with-LILO.

Einige Alternativen zu LILO werden in einem eigenen Abschnitt ab Seite 343 vorgestellt.

Zu guter Letzt enthalten die Anhänge dieses Buchs einige distributionsspezifische Tipps zu den Themen Bootdisketten, Rescue-System etc.

Bedienung von LILO

Dieser Abschnitt setzt voraus, dass LILO bereits auf einer Diskette oder auf der Festplatte installiert ist. Je nach Installation erscheint LILO unmittelbar nach dem Rechnerstart in Form einer schönen Grafik mit Menü-Bedienung per Cursor-Tasten, oder aber ganz spartanisch im Textmodus durch den Text 'LILO boot:'.

Normalerweise ist LILO so eingestellt, dass das Programm einige Sekunden darauf wartet, ob der Anwender irgendwelche Eingaben durchführen möchte. Ist das nicht der Fall, wird automatisch das bei der Konfiguration eingestellte Defaultsystem gestartet (zumeist Linux). Die Wartezeit können Sie verkürzen, indem Sie einfach (\leftarrow) drücken.

Möglicherweise möchten Sie in den Bootvorgang eingreifen, etwa um ein anderes Betriebssystem auszuwählen oder um zusätzliche Bootoptionen zu übergeben (siehe auch Seite 356). In diesem Fall hängt die Bedienung vom LILO-Erscheinungsmodus ab.

Textmodus: In sehr seltenen Fällen müssen Sie als Erstes (Shift) drücken, um in den interaktiven Modus zu gelangen. Anschließend zeigt LILO eine Liste mit den Namen der zur Auswahl stehenden Betriebssysteme an, sobald Sie die Taste (Tab) drücken. Zur Auswahl stehen meist `linux` und `windows`. LILO kann aber auch so konfiguriert werden, dass Sie die Wahl zwischen mehreren Linux-Distributionen oder zwischen unterschiedlichen Kernel-Versionen haben. SuSE-Linux sieht sogar den Start eines Programms zum Speichertest (RAM) vor.

Auf jeden Fall können Sie nun zuerst einen der zur Auswahl stehenden Namen und dann die gewünschten zusätzlichen Parameter eintippen. Mit dem folgenden Kommando wird Linux gestartet. Allerdings wird statt der vordefinierten Defaultpartition `/dev/hdc7` als Root-Partition verwendet:

```
LILO
boot:  <Tab>
linux  windows  memory
boot:  linux root=/dev/hda7
```

Grafikmodus: Bei manchen LILO-Installationen beendet (Esc) den Grafikmodus und Sie gelangen in den Textmodus – siehe oben. Ansonsten können Sie mit den Cursor-Tasten eines der Betriebssysteme auswählen und dann über die Tastatur zusätzliche Parameter eingeben (ohne den Grafikmodus zu verlassen).

HINWEIS

Beachten Sie, dass bei der LILO-Eingabe normalerweise das amerikanische Tastaturlayout gilt! (Y) und (Z) sind vertauscht, die Sonderzeichen befinden sich an ungewohnten Stellen. Eine Übersetzungstabelle für die deutsche Tastatur finden Sie auf Seite 97. (Seit LILO-Version 20 ist es zwar möglich, ein anderes Tastaturlayout einzustellen, diese Option wird aber leider selten genutzt.)

LILO-Intern

Der LILO (Linux Loader) ist ein winziges Programm, das im Bootsektor (also im ersten Sektor) einer Diskette, Festplatte oder Festplattenpartition installiert werden kann. Das Programm ermöglicht die Auswahl zwischen mehreren installierten Betriebssystemen und insbesondere den Start von Linux. LILO ist die schnellste und beliebteste Methode, um Linux zu starten. (Dieses Kapitel beschreibt die LILO-Version 21.7.)

VORSICHT

Die LILO-Installation ist eine kritische Angelegenheit, besonders dann, wenn LILO in den MBR (Master Boot Record) der Festplatte installiert wird. Sollte dabei etwas schief gehen, können Sie Ihren Rechner ohne Bootdiskette weder unter Ihrem bisherigen Betriebssystem noch unter Linux hochfahren! Besonders problematisch ist die LILO-Installation auf Rechnern mit Windows NT/2000/XP, wenn die erste Festplattenpartition eine NTFS-Partition ist (d. h. keine FAT-Partition). Wenn Sie bei einer derartigen Konstellation LILO in den MBR installieren, können Sie anschließend möglicherweise Windows nicht mehr starten!

VORSICHT

Auch wenn Sie den Disk-Manager EZ-Drive verwenden, was wahrscheinlich nur auf sehr wenigen sehr alten Rechnern der Fall ist, dürfen Sie LILO auf keinen Fall im MBR installieren! Diese Einschränkung gilt vermutlich auch für andere Disk-Manager. (Disk-Manager erlauben den Zugriff auf große IDE-Platten trotz einer sehr alten BIOS-Version, siehe Seite 98.) Wenn Sie LILO dennoch verwenden möchten, ist nur eine Installation auf einer Diskette oder im ersten Sektor der Linux-Partition möglich – siehe die LILO-Dokumentation!

Bei den meisten Distributionen kann die LILO-Konfiguration als Teil des Installationsprozesses erfolgen. Wegen der oben beschriebenen Risiken hat eine manuelle LILO-Installation aber Vorteile. Sie haben eine viel bessere Kontrolle darüber, was wirklich passiert, können eine Backup-Diskette für den MBR erstellen etc. LILO in den MBR zu

installieren ist keine Voraussetzung für den Betrieb von Linux! In den ersten Tagen – bis Sie ein wenig Sicherheit im Umgang mit Linux gewonnen haben – können Sie ohne weiteres auch von einer Diskette booten.

VORSICHT

Noch zwei Warnungen: Wenn Sie zuerst LILO und später irgendeine Version von Microsoft Windows installieren, wird LILO ungefragt überschrieben. An sich ist es kein Problem, LILO anschließend wieder herzustellen. Allerdings benötigen Sie eine Bootdiskette, damit Sie Linux überhaupt starten können (um dann dort das Kommando `lilo` auszuführen). Werfen Sie Ihre Bootdiskette also auch nach einer erfolgreichen LILO-Installation nicht weg!

Wenn Sie einen neuen Kernel installieren (oder den Kernel neu kompilieren), müssen Sie LILO neu installieren (siehe Seite 398). Denken Sie daran, auch Ihre Bootdiskette zu aktualisieren!

Funktionsweise

Die Funktion von LILO besteht (vereinfacht ausgedrückt) darin, dass er die Datei mit dem Linux-Kernel lädt und ausführt. Das hört sich allerdings einfacher an, als es in Wirklichkeit ist:

Genau genommen befindet sich im Bootsektor der Festplatte bzw. der Diskette ein winziges Programm (*first stage*), dessen einzige Aufgabe darin besteht, das größere LILO-Hauptprogramm zu laden (*second stage*). (Der Bootsektor, also der erste Sektor der Festplatte oder Diskette, wäre zu klein, um das gesamte LILO-Programm zu speichern! Der Code im Bootsektor wird vom BIOS beim Rechnerstart automatisch ausgeführt – daher spielt der Bootsektor eine derart wichtige Rolle für den Rechnerstart.)

Das LILO-Hauptprogramm (es handelt sich um die Datei `/boot/boot.b`) befindet sich irgendwo auf der Festplatte. Der Bootsektor mit dem Startprogramm enthält unter anderem die Nummern der Sektoren, auf denen das Hauptprogramm zu finden ist.

Sobald das LILO-Hauptprogramm läuft, bietet es dem Anwender die Möglichkeit, via Tastatur zwischen verschiedenen Betriebssystemen auszuwählen (siehe Seite 318). Wenn sich der Anwender für Linux entscheidet, muss LILO die Kernel-Datei laden. Dazu wurde bei der Installation von LILO eine Tabelle erstellt (die Datei `/boot/map`), die der Reihe nach alle Sektoren enthält, auf denen sich die Kernel-Datei befindet.

Der Grund für diese ungewöhnliche Vorgehensweise ist folgender: Während LILO läuft, fehlen noch jegliche Informationen über DOS-, Linux- oder andere Dateisysteme. Die Festplatte ist aus der Sicht von LILO eine riesige Ansammlung von Datensektoren. LILO muss daher in jeder Phase wissen, wo sich die als Nächstes benötigten Datensektoren befinden.

Aufgrund der obigen Beschreibung sollte auch klar sein, dass LILO nur funktioniert, solange der Ort der Kernel-Datei auf der Festplatte unverändert bleibt. (Jedes Kopierkommando und insbesondere jedes Neukompilieren des Kernels löst eine Veränderung aus, auch wenn der Dateiname unverändert bleibt! LILO muss in solchen Fällen durch die

Ausführung des Kommandos `lilo` neu installiert werden! `lilo` führt dabei die Vorbereitungsarbeiten durch, d. h. es erzeugt aktualisierte Versionen von `/boot/boot.b` und `/boot/map` und speichert deren Startsektoren und andere Informationen im Bootsektor.)

Einschränkungen

LILO wird ausgeführt, bevor irgendein Betriebssystem läuft. Aus diesem Grund ist LILO – im Gegensatz zu Linux – auf das BIOS angewiesen, um Sektoren von der Festplatte zu lesen. Ältere BIOS-Versionen lassen aus historischen Gründen aber nur einen Zugriff auf die ersten 1024 Zylinder der Festplatte zu. Die sich daraus ergebenden Probleme (samt Lösungsvorschlägen) sind ab Seite 330 beschrieben. Lesen Sie unbedingt diesen Abschnitt, wenn Sie ein altes Mainboard verwenden (alt bedeutet vor ca. 1998).

Neben dem Zylinder-Limit existiert eine zweite Einschränkung: Ältere BIOS-Versionen können während des Bootprozesses nur die beiden ersten Festplatten ansprechen. Auf einem System mit mehreren Festplatten muss sich die Kernel-Datei also auf einer der beiden ersten Platten befinden. (Auch diese Einschränkung gilt nur bei alten Mainboards. Moderne Mainboards bzw. SCSI-Controller kennen dieses Problem nicht.)

Sowohl das Zylinder-Limit als auch die Limitierung auf zwei Festplatten gelten (wenn überhaupt) nur für LILO bzw. für den Ort der LILO-Dateien (inklusive Kernel). Sobald der Kernel einmal läuft, können alle Festplatten vollständig genutzt werden. Die `root`-Partition) von Linux kann sich also durchaus auf der fünften Platte ab Zylinder 2500 befinden, solange nur der Kernel für LILO erreichbar ist.

Komplikationen kann es schließlich geben, wenn Sie unter Linux statt `ext2` ein anderes Dateisystem verwenden, wenn Sie mit SCSI- statt mit IDE-Festplatten arbeiten oder wenn Sie RAID oder LVM einsetzen. Die Probleme können zwei Ursachen haben: Erstens kann es passieren, dass LILO die Sektoren der Kernel-Datei nicht zuordnen kann. (Dieses Problem tritt bereits bei der Installation von LILO auf.) Zweitens kann es passieren, dass LILO zwar den Kernel erfolgreich laden und starten kann, dieser dann aber nicht in der Lage ist, das Root-Dateisystem zu lesen. Hintergrundinformationen und Lösungsvorschläge finden Sie auf Seite 332.

LILO kann momentan außer Linux die Betriebssysteme DOS, Windows 3.1/9x/ME (entspricht im Bootprozess jeweils DOS), OS/2 und einige Unix-Varianten booten. Nicht unterstützt wird leider Windows NT/2000/XP, das auf einen eigenen Bootloader angewiesen ist. Bei Windows NT/2000/XP kann aber umgekehrt der NT-Bootloader dazu eingesetzt werden, um LILO zu starten. Dieser Kooperationsweg ist ab Seite 336 beschrieben.

LILO-Konfiguration

Die Installation des LILO besteht aus zwei Schritten: Zuerst wird die Konfigurationsdatei `/etc/lilo.conf` erstellt, anschließend das Kommando `lilo` ausgeführt. Dieses Kommando wertet die Konfigurationsdatei aus, erstellt daraus einen neuen Bootsektor und

schreibt diesen an den durch `lilo.conf` angegebenen Ort. Dabei handelt es sich zu meist um den MBR einer Festplatte oder Diskette, es kann sich aber auch um eine gewöhnliche Datei handeln.

TIPP

Selbst wenn Sie `lilo.conf` nicht ändern, müssen Sie `lilo` jedes Mal aufrufen, wenn sich die Kernel-Datei verändert (z. B. nach einem neuen Kompilieren)! Für LILO ist nicht der Dateiname relevant, sondern die Sektoren, in denen die Datei gespeichert ist.

Die Datei `lilo.conf` besteht aus zwei Teilen: Der erste Teil steuert das generelle Verhalten des Bootprogramms, der zweite Teil (Schlüsselwort `image` bzw. `other`) listet alle Betriebssysteme auf, die durch LILO gestartet werden (DOS, Windows, Linux). Das erste Betriebssystem dieser Liste gilt automatisch als Defaultbetriebssystem. Kommentare werden durch das Doppelkreuz (`#`) eingeleitet.

Im Prinzip können Sie in jeder Festplattenpartition ein eigenes Betriebssystem (etwa unterschiedliche Linux-Distributionen) installieren und LILO zur Auswahl der gewünschten Partition verwenden. Sie können LILO auch dazu verwenden, um zwischen verschiedenen Linux-Kernel-Dateien innerhalb einer Partition zu unterscheiden (etwa `vmlinuz`, `vmlinuz.old`). Das ist insbesondere dann interessant, wenn Sie eine neue Linux-Version testen möchten, ohne auf die alte zu verzichten.

Globale LILO-Optionen

boot: Der erste Teil von `/etc/lilo.conf` beginnt mit der Anweisung `boot=` und gibt an, wohin LILO installiert werden soll. Zur Installation auf eine Diskette geben Sie `/dev/fd0` an. Um LILO in den MBR der ersten IDE-Platte zu installieren, verwenden Sie `/dev/hda`, für die erste SCSI-Platte `/dev/sda`.

prompt: `prompt` bewirkt, dass LILO den Prompt (die Zeichen 'boot:') anzeigt und so verdeutlicht, dass jetzt Eingaben möglich sind. `prompt` sollte immer verwendet werden. Wird `prompt` nicht verwendet, erscheint der Eingabe-Prompt nur, wenn die **(Shift)**-Taste gedrückt wird.

delay: `delay` gibt an, wie viele Zehntelsekunden LILO beim Booten auf ein manuelles Eingreifen wartet. Am schnellsten geht es mit 0, dann müssen Sie aber schon vor dem Start von LILO **(Shift)** gedrückt halten, wenn Sie nicht das Defaultbetriebssystem verwenden möchten.

Wenn Sie nur `prompt`, nicht aber `delay` angeben, wartet Linux unbegrenzt auf die Auswahl eines Betriebssystems. Damit ist ein unbeaufsichtigter Neustart ausgeschlossen. Wenn Linux als (Netzwerk-)Server eingesetzt wird, ist das aber nicht sinnvoll! Hier sollte LILO so konfiguriert werden, dass Linux (z. B. nach einem Stromausfall) ungefragt und ohne weitere Eingriffe sofort wieder gestartet wird.

lba32: `lba32` umgeht das 1024-Zylinder-Limit. `lilo` speichert Sektornummern nicht als CHS-Tripel (Cylinder, Head, Sector), sondern im 32-Bit-LBA-Format (Logical Block Addressing). Generell sollten Sie diese Option immer verwenden, wenn sich die Kernel-

Dateien auf einer großen Festplatte befinden und Sie ein modernes Mainboard besitzen (ca. ab 1998). Die Hintergründe des 1024-Zylinder-Limit sind auf Seite 330 beschrieben.

linear: Die Option `linear` ist eine Alternative zu `lba32`. Sie bewirkt, dass die Sektoradressen in `/boot/map` als herkömmliche LBA-Werte gespeichert werden. Wenn sich LILO und das BIOS bei der Interpretation der CHS-Geometrie der Festplatte nicht einig sind, bietet `linear` oft die einfachste Lösung. `linear` muss oft verwendet werden, wenn Sie ein altes Mainboard oder einen alten SCSI-Controller verwenden. Sie können auf diese Weise nur die ersten 1024 Zylinder der Festplatte ansprechen.

compact: `compact` ermöglicht ein besonders schnelles Laden des Kernels (besonders von der Diskette), funktioniert aber nicht auf jedem Rechner bzw. mit jedem Festplatten-Controller.

bootmap: Mit der Option `map` kann die Datei angegeben werden, in der die Sektornummern der Kernel-Dateien und anderer Dateien gespeichert werden. Ohne diese Option wird `/boot/map` verwendet, was zumeist eine sinnvolle Voreinstellung ist. Die Option muss nur verwendet werden, wenn sich die Datei an einem anderen Ort befindet (z. B. auf einer Bootdiskette).

install: Eine weitere Option, auf deren Angabe oft verzichtet wird, ist `install`: Damit wird angegeben, in welche Datei das LILO-Hauptprogramm (der second stage loader) gespeichert wird. Die Defaulteinstellung lautet `/boot/boot.b`.

```
# Beispiel für /etc/lilo.conf (Teil 1)
# LILo global section
boot = /dev/fd0          # Installation im MBR einer Diskette
delay = 100              # 10 Sekunden warten
# prompt                 # Eingabe erzwingen (kein automatischer Start)
# compact                # schneller, besonders bei Disketten; kann bei
                        # manchen Festplatten Probleme verursachen
# map=/boot/map          # ohnedies Defaulteinstellung
# install=/boot/boot.b   # ohnedies Defaulteinstellung
# linear                 # manchmal bei alter Hardware erforderlich
lba32                    # nicht bei alten Mainboards (vor 1998)!
```

In manchen Fällen (große Platten und altes BIOS) hat LILO Probleme mit der Festplatten-geometrie. Als ersten Lösungsversuch sollten Sie es mit der `linear`-Option versuchen. Wenn auch das nicht hilft, müssen Sie die Option `disk` mit deren Suboptionen `bios`, `sectors`, `heads` und `cylinders` verwenden. Hintergrundinformationen zu diesem Thema finden Sie auf Seite 98 sowie in der LILO-Dokumentation.

```
disk=/dev/hda            # Zusatzinformationen für Device /dev/hda
  bios=0x80              # 0x80 für die 1. Platte,
                        # 0x81 für die 2. Platte ...
  sectors=63             # Anzahl der Sektoren
  heads=255              # Anzahl der Köpfe
  cylinder=522           # Anzahl der Zylinder
```


LILO-Optionen für den Start von Linux

Im zweiten Teil von `lilo.conf` sind der Reihe nach bis zu 16 Betriebssystemvarianten aufgezählt, die wahlweise gestartet werden können. Die erste Variante gilt als Defaulteinstellung. Gemeinsames Merkmal aller Einträge ist das Kommando `label`, das der jeweiligen Variante einen Namen gibt. Diese Namen sind bei der manuellen Auswahl des Betriebssystems einzugeben – wählen Sie also kurze und aussagekräftige Namen ohne Leer- und Sonderzeichen.

TIPP

Sofern bei der LILO-Konfiguration keine spezielle Tastaturlayout angegeben wird (Schlüsselwort `keytable`, siehe LILO-Dokumentation), gilt für die Eingabe der Label-Namen beim LILO-Start das US-Tastaturlayout. Wenn Sie mit einer deutschen Tastatur arbeiten, vermeiden Sie Label-Namen mit Sonderzeichen und mit den Buchstaben Y und Z!

Um Linux zu booten, müssen außer `label` noch die Kommandos `image` und `root` angegeben werden. `image` bestimmt den Ort der Kernel-Datei, `root` die Partition, auf der sich das Wurzelverzeichnis befindet.

read-only: `read-only` gibt an, dass die Root-Partition zuerst `read-only` gemountet wird. Der Init-Prozess kann dann das Dateisystem kontrollieren und gegebenenfalls reparieren, bevor es im Read-Write-Modus neu (und endgültig) gemountet wird. Diese Option sollte immer verwendet werden!

append: Mit `append` können zusätzliche Kernel-Optionen angegeben werden (etwa um Hardware-Probleme zu vermeiden). Die wichtigsten Optionen sind auf Seite 356 beschrieben. Die Optionen gelten nur für in den Kernel integrierte Funktionen, nicht aber für Module, die später geladen werden. (Moduloptionen werden in `/etc/modules.conf` angegeben – siehe Seite 377.)

intird: `initrd` gibt den Namen einer RAM-Disk-Datei an, die von LILO geladen werden soll. Das bietet die Möglichkeit, gleich nach dem Start des Kernels ein Installationssystem zu starten oder Module nachzuladen. Das ist wichtig, wenn Sie SCSI-Festplatten oder ein besonderes Dateisystem verwenden (siehe Seite 332).

vga: `vga` bestimmt den VGA-Modus: Mögliche Einstellungen sind `extended` für einen Textmodus mit 50 Zeilen, `normal` für den Standardtextmodus und eine beliebige Zahl n größer 0 für den gewünschten VGA-Modus n . (Vorsicht! Wenn Sie einen Modus angeben, den Ihre VGA-Karte nicht kennt, können Sie Linux nicht korrekt verwenden!)

```
# Beispiel für /etc/lilo.conf (Teil 2)
# Linux images
image = /boot/vmlinuz           # Kernel-Datei
    label = linux                # Name
    root = /dev/hda8            # Root-Device
    read-only                   # zuerst read-only laden
    # initrd = /boot/initrd      # SCSI/RAID/LVM/reiserfs etc.
```



```
# Alternative: 'linuxbak' zum Booten einer älteren Kernel-Version
image= /boot/vmlinuz.bak          # Kernel-Datei
label = linuxbak                  # Name
root = /dev/hda8                  # Root-Device
read-only                         # zuerst read-only laden
# initrd = /boot/initrd           # SCSI/RAID/LVM/reiserfs etc.
# append = "aic7xxx=extended"    # Kernel-Option für SCSI-Karte
```

LILO-Optionen für den Start von Windows

Bei DOS- und Windows-3.1/9x/ME-Varianten wird das Schlüsselwort `other` zur Angabe der Partition verwendet. Mit den folgenden Zeilen wird das Betriebssystem gestartet, das sich in der ersten Partition der ersten Festplatte befindet.

```
# Datei /etc/lilo.conf, Teil 3
# DOS/Windows 3.1/9x/ME
other = /dev/hda1                 # DOS/Windows-Partition
label = windows                   # Name
```

HINWEIS

Die obigen Zeilen starten unter Umständen auch den Boot Loader von Windows NT/2000/XP – aber leider nicht immer. Der Start funktioniert bei manchen Windows-Installationen, wenn die erste Partition der Festplatte eine FAT-Partition ist (nicht NTFS!) und der NT-Boot-Loader im Bootsektor dieser Partition untergebracht ist.

Diese Voraussetzungen sind nicht bei allen Windows-Installationen gegeben. Es kann sein, dass der NT/2000/XP-Boot-Loader im MBR der Festplatte untergebracht ist bzw. dass der NT-Boot-Loader bestimmte Daten im MBR erwartet, die er dort (nach einer LILO-Installation) nicht findet. Daher sollten Sie bei Windows NT/2000/XP LILO nie in den MBR der Festplatte installieren und stattdessen den auf Seite 336 beschriebenen Weg einschlagen.

Die beiden folgenden Zeilen sehen fast so aus wie oben – aber es gibt einen wesentlichen Unterschied. Hier wird nicht eine bestimmte Partition angegeben, sondern die gesamte Festplatte (keine Partitionsnummer!). Damit ist der MBR der Festplatte gemeint, der von LILO ausgeführt wird. Das ist nur sinnvoll, wenn nicht LILO selbst in eben diesen MBR installiert wurde (sondern in den MBR einer anderen Festplatte oder einer Diskette). Eine Anwendung dieser Variante ist nur sinnvoll, wenn LILO auf eine Diskette installiert wird oder wenn der Rechner mit mehreren bootfähigen Festplatten ausgestattet ist.

```
other = /dev/hdb                 # MBR der 2. Festplatte
label = windows                  # Name
```

HINWEIS

Eine Menge weiterer LILO-Optionen werden in der Online-Dokumentation beschrieben – etwa `message` zur Ausgabe eines Informationstextes, `keytable` zur Definition eines bestimmten Tastaturlayouts, `password` für den Passwortschutz des Bootprozesses etc.

LILo-Bootdiskette

Selbst wenn Sie längerfristig LILo auf die Festplatte installieren möchten, benötigen Sie zuerst eine Bootdiskette! Der Grund: Wenn bei der LILo-Installation etwas schief geht, wenn bei einer späteren Installation von Windows LILo überschrieben wird etc., benötigen Sie eine Möglichkeit, Linux dennoch starten zu können und gegebenenfalls LILo neu einzurichten.

Im Regelfall haben Sie bereits während der Linux-Installation die Möglichkeit, eine Bootdiskette zu erstellen. Außerdem werden mit den meisten Distributionen Werkzeuge mitgeliefert, um komfortabel neue Bootdisketten zu erstellen. Im Anhang sind derartige Programme für einige Distributionen beschrieben.

Wenn Sie selbst Hand anlegen möchten, gibt es mehrere Möglichkeiten, Linux-Bootdisketten zu erzeugen:

- LILo-Bootdisketten ohne Kernel: Hier wird LILo in den MBR der Diskette geschrieben. LILo greift dann auf die Kernel-Datei der Festplatte zu (d. h. der Kernel befindet sich nicht auf der Diskette, daher die Bezeichnung 'ohne Kernel'). Vorteil: Sehr schneller Bootprozess (von der Diskette werden nur wenige Byte gelesen). Nachteile: Wenn der Kernel auf der Festplatte nicht gefunden wird (nach einem Neukompilieren, wegen des 1024-Zylinder-Limits etc.), ist die Bootdiskette nutzlos.
- LILo-Bootdiskette mit Kernel: Auf der Diskette wird ein Dateisystem angelegt. Anschließend werden alle LILo-relevanten Daten (`boot .b`, die Kernel-Datei etc.) auf die Diskette kopiert. LILo wird abermals in den MBR der Diskette installiert, findet jetzt aber alle zum Booten relevanten Dateien auf der Diskette. Vorteil: Zuverlässig, kein 1024-Zylinder-Limit. Nachteil: Der Bootprozess dauert um einige Sekunden länger.
- Bootdiskette ohne LILo: Hier wird die Kernel-Datei ohne Dateisystem direkt auf die Sektoren der Diskette geschrieben (beginnend mit dem MBR-Sektor). Beim Booten wird der Kernel ebenso geladen. Diese Variante ist auf Seite 343 beschrieben.

Noch ein Tipp: Obwohl der Konfigurationsaufwand für Variante 2 (LILo mit Kernel) am größten ist, bietet diese Variante die größte Sicherheit, dass Sie Linux in einem unvorhergesehenen Notfall wirklich starten können.

VORSICHT

Im Vergleich zu Festplatten sind Disketten ein sehr fragiles Medium. Sehr viele Probleme mit Bootdisketten haben mit der Verwendung alter Disketten zu tun. Sie sparen sich eine Menge Ärger, wenn Sie neue, möglichst vorformatierte Disketten verwenden!

LILo-Bootdiskette ohne Kernel auf der Diskette

Zum Einrichten benötigen Sie eine `lilo.conf`-Datei nach dem folgenden Muster. Entscheidend ist die erste Zeile mit der `boot`-Option, in der als Ziel für die LILo-Installation der MBR der Diskette angegeben wird. (Da beim Booten nur dieser eine Sektor gelesen wird, ist es überflüssig, auf der Diskette ein bestimmtes Dateisystem anzulegen.)

/boot/vmlinuz muss auf einen Kernel zeigen, der alle zum Zugriff auf die Root-Partition erforderlichen Treiber enthält. Pfad- und Device-Angaben müssen Sie an die Gegebenheiten Ihres Rechners anpassen. Unter Umständen benötigen Sie zusätzliche Optionen, die im Konfigurationsabschnitt beschrieben wurden (bei SCSI-Systemen `initrd`, siehe ab Seite 332).

```
# Datei /etc/lilo.conf
boot=/dev/fd0                # Device des Diskettenlaufwerks
prompt                       # LIL0-Eingabe-Prompt anzeigen
timeout=100                  # 10 Sekunden warten
lba32                        # außer bei alten Mainboards
                             # (vor 1998)
image = /boot/vmlinuz        # Kernel-Datei
    label = linux
    root = /dev/hda8          # Root-Device
    read-only
    # initrd = /boot/initrd   # für SCSI/RAID/LVM/reiserfs etc.
other=/dev/hda1
    label=windows
```

Nachdem Sie die Konfigurationsdatei korrekt eingerichtet haben legen Sie eine formatierte Diskette in das Laufwerk und führen `lilo` aus.

```
root# lilo
Added linux *
Added windows
```

LILO-Bootdiskette mit eigenem Kernel auf der Diskette

Mit etwas mehr Aufwand ist es möglich, eine LILO-Bootdiskette zu erstellen, die zusätzlich einen eigenen Kernel besitzt. Auf dieser Diskette müssen sich ein Dateisystem (minix oder ext2), die Kernel-Datei und andere für den Bootprozess erforderliche Dateien (`boot.b` und `map`) befinden. Die Vorbereitungsarbeiten sehen folgendermaßen aus:

```
root# mkfs -t ext2 /dev/fd0 1440
root# mkdir /floppy
root# mount -t ext2 /dev/fd0 /floppy
root# mkdir /floppy/boot
root# cp /boot/vmlinuz /floppy/boot
root# cp /boot/boot.b /floppy/boot/
root# cp /boot/initrd /floppy/boot/
```

`mkfs` legt auf der Diskette ein ext2-Dateisystem an, das über das Verzeichnis `/floppy` angesprochen wird. Das letzte Kommando ist optional und nur bei SCSI/RAID/LVM/reiserfs-Systemen erforderlich.

Der zweite Schritt ist, dass Sie eine eigene LILO-Konfigurationsdatei für die Diskette erstellen. Der wesentliche Unterschied gegenüber der Konfigurationsdatei aus dem obigen

Beispiel besteht darin, dass `map` und `install` jetzt auf Dateien der Diskette verweisen (statt wie sonst üblich auf Festplattendateien).

Die Datei `/floppy/boot/map` wurde in den obigen Kommandos übrigens nicht vergessen. Sie wird durch die Ausführung des `lilo`-Kommandos erzeugt.

Im Beispiel unten sind drei Bootvarianten vorgesehen. In der Defaulteinstellung wird versucht, von der Festplatte zu booten (das geht am schnellsten). Falls es dabei zu einem Absturz kommt (etwa weil die Kernel-Datei nicht mehr da ist, wo sie von LILO erwartet wird), kann ein neuer Versuch gestartet und beim LILO-Prompt die Variante `linuxfromdisk` gewählt werden. Beachten Sie, dass bei dieser Variante `image` auf die Kernel-Datei der Diskette verweist! Als dritte Variante ist – der Vollständigkeit halber – noch das Booten von DOS/Windows möglich.

```
# /etc/lilo.conf-floppy
boot = /dev/fd0                # Device des Diskettenlaufwerks
prompt                        # LILO-Prompt anzeigen
delay = 100                   # 10 Sekunden warten
install=/floppy/boot/boot.b   # auf der Diskette!
map=/floppy/boot/map          # auf der Diskette!
lba32                         # nicht bei alten Mainboards
                              # (vor 1998)
image = /boot/vmlinuz         # Kernel von der Festplatte
    label = linux
    root = /dev/hda8          # Root-Device
    read-only
image = /floppy/boot/vmlinuz   # Kernel von der Diskette
    label = linuxfromdisk
    root = /dev/hda8          # Root-Device
    read-only
other = /dev/hda1             # Windows 9x/ME
    label = windows
```

Mit den folgenden Kommandos installieren Sie LILO auf der Diskette. Das `chmod` ist erforderlich, weil sich LILO sonst beschwert.

```
root# chmod go-w /etc/lilo.conf-floppy
root# lilo -C /etc/lilo.conf-floppy
root# ls -lR /floppy/
drwxrwxr-x  2 root      root           80 Jun 16 20:24 boot

/floppy/boot:
total 11
-rw-rw-r--  1 root      root           3708 Jun 16 19:39 boot.b
-rw-----  1 root      root           7168 Jun 16 20:24 map
-rw-rw-r--  1 root      root        403672 Jun 16 19:37 vmlinuz
root# sync
root# umount /floppy
```

HINWEIS

Noch mehr Informationen zum Erstellen von ausgeklügelten Bootdisketten, die sogar ein eigenes `root`-Dateisystem besitzen und sich daher für Wartungsaufgaben eignen, finden Sie im HOWTO-Text zum Thema Bootdisketten.

LILO-Installation in den Bootsektor der Festplatte

VORSICHT

Nochmals: Von allen LILO-Varianten ist diese die gefährlichste! Sie kann mit einer Windows-NT/2000/XP-Installation inkompatibel sein. Sie ist auf jedem Fall inkompatibel mit alten Disk-Managern (DOS-Zugriff auf große IDE-Platten bei sehr altem BIOS)!

Sicherungskopie des Bootsektors erstellen

Bei der Ausführung von `lilo` zur Installation in den MBR einer Festplatte wird automatisch getestet, ob sich im Verzeichnis `/boot` bereits eine Sicherheitskopie des Bootsektors befindet. Nur wenn das nicht der Fall ist (also beim ersten Ausführen von `lilo`), kopiert das Kommando den aktuellen Bootsektor in die Datei `/boot/boot.0300` (bei IDE-Platten) oder `/boot/boot.0800` (bei SCSI-Platten). Wenn Sie den Bootsektor manuell sichern möchten, müssen Sie eines der folgenden Kommandos ausführen, *bevor* Sie `lilo` zum ersten Mal ausführen. Das erste Kommando gilt für die erste IDE-Platte, das zweite Kommando gilt für die erste SCSI-Platte:

```
root# dd if=/dev/hda of=/boot/bootsektor.ide bs=512 count=1
root# dd if=/dev/sda of=/boot/bootsektor.scsi bs=512 count=1
```

Wenn Sie den aktuellen Bootsektor auf eine Diskette übertragen möchten, benötigen Sie eine formatierte Diskette (siehe `fdformat` auf Seite 935). Anschließend führen Sie eines der beiden folgenden Kommandos aus (IDE/SCSI):

```
root# dd if=/dev/hda of=/dev/fd0 bs=512 count=1
root# dd if=/dev/sda of=/dev/fd0 bs=512 count=1
```

Wenn sich die so erstellte Diskette beim Einschalten des Rechners in Laufwerk A: befindet, bootet der Rechner so wie vom bisher auf der Festplatte befindlichen Bootsektor!

LILO einrichten

Zum Einrichten benötigen Sie eine `lilo.conf`-Datei, die bis auf die `boot`-Zeile so aussieht wie die Diskettenversion. Pfad- und Device-Angaben müssen Sie an die Gegebenheiten Ihres Rechners anpassen. Unter Umständen benötigen Sie zusätzliche Optionen, die im Konfigurationsabschnitt oben beschrieben wurden.

```
# Datei /etc/lilo.conf
boot=/dev/hda                # Device der ersten IDE-Platte
# boot=/dev/sda              # Device der ersten SCSI-Platte
prompt
timeout=100
lba32                        # nicht bei alten Mainboards (vor 1998)
image = /boot/vmlinuz        # Kernel-Datei
    label = linux
    root = /dev/hda8          # Root-Device
    read-only
    # initrd = /boot/initrd   # bei SCSI/RAID/LVM/reiserfs-Systemen
other=/dev/hda1
    label=windows
```

Um LILO zu installieren, führen Sie als root das Kommando `lilo` aus:

```
root# lilo
```

LILO von der Festplatte entfernen

Um LILO wieder von der Festplatte zu entfernen, müssen Sie den Bootsektor wiederherstellen. Im einfachsten Fall führen Sie dazu einfach `lilo -u` aus. LILO liest dann aus `/boot` den bei der ersten LILO-Installation gesicherten Bootsektor und überschreibt damit den aktuellen LILO-Bootsektor.

```
root# lilo -u
```

Wenn Sie eine eigene Sicherheitskopie des Bootsektors angelegt haben, können Sie diesen mit `dd` wieder installieren. Das erste Kommando gilt für die erste IDE-Platte, das zweite Kommando gilt für die erste SCSI-Platte:

```
root# dd if=/boot/bootsektor.ide of=/dev/hda bs=512 count=1
root# dd if=/boot/bootsektor.scsi of=/dev/sda bs=512 count=1
```

Falls es bei der Deinstallation von LILO Probleme gibt, können Sie DOS über eine Bootdiskette starten und dort `FDISK /MBR` ausführen. Damit wird ein Bootsektor zum automatischen Start von DOS/Windows eingerichtet (und der LILO-Bootsektor überschrieben). Diese Vorgehensweise ist allerdings bei einigen Windows-9x-Versionen und bei allen NT-Versionen unmöglich!

Das 1024-Zylinder-Limit

Wie bereits erwähnt wurde, ist LILO beim Laden der Kernel-Datei von der Festplatte auf das BIOS angewiesen. Aus historischen Gründen ermöglicht das Standard-BIOS nur eine Adressierung der ersten 1024 Zylinder der Festplatte. Die Zylindergröße ist vom Alter des Mainboard und der Festplatte abhängig; daher kann der Bereich der ersten 1024 Zylinder zwischen 500 MByte und 8 GByte schwanken (siehe Seite 98.)

Neuere Mainboards (ca. seit 1998) sind mit einer BIOS-Erweiterung ausgestattet (den so genannten Extended INT13 Functions). Aktuelle LILO-Versionen (genau genommen seit 21.4) kommen mit dieser Erweiterung zurecht. (Ihre LILO-Version können Sie übrigens mit `lilo -V` ermitteln.)

Wenn Sie also kein zu altes Mainboard haben, gibt es für Sie kein 1024-Zylinder-Limit. Sie müssen lediglich in `lilo.conf` die Option `lba32` angeben.

Aber natürlich gibt es auch mit alten Mainboards viele Möglichkeiten, Linux zu booten:

- Am einfachsten ist es, eine LILO-Bootdiskette mit Kernel zu erstellen (siehe Seite 327).
- Am elegantesten ist es, eine kleine `/boot`-Partition unterhalb der 1024-Zylinder-Grenze anzulegen, in der sich alle für LILO relevanten Dateien befinden. Manche Distributionen schlagen bei der Installation automatisch vor, eine derartige Partition einzurichten. Wenn die ersten 1024 Zylinder der Festplatte allerdings schon mit anderen Partitionen gefüllt sind, ist diese Variante ausgeschlossen. Elegant ist diese Variante deswegen, weil keinerlei Änderungen an `/etc/lilo.conf` notwendig sind, weil direkt von der Festplatte gebootet wird und weil alle Daten von Linux-Partitionen stammen.
- Falls sich innerhalb der ersten 1024 Zylinder eine Windows-3.1/9x/ME-Partition (nicht NTFS!) befindet, können Sie die für LILO relevanten Dateien auch dorthin kopieren. Der Nachteil dieser Variante besteht darin, dass LILO nicht mehr funktioniert, sobald sich der Ort der LILO-Dateien in der Windows-Partition ändert (etwa nachdem die Partition mit einem Programm wie `CHKDSK.EXE` oder `SCANDISK.EXE` defragmentiert wird).

Die folgende Beschreibung erklärt, wie Sie die Kernel-Datei und andere Bootinformationen in einer Windows-Partition unterhalb dieser Grenze unterbringen. Dabei wird angenommen, dass die Partition als `/dev/hda1` angesprochen und vorübergehend als `/winc` in das Linux-Dateisystem eingebunden wird.

```
root# mkdir /winc
root# mount -t vfat /dev/hda1 /winc
root# mkdir /winc/lilo
root# cp /boot/vmlinuz /winc/lilo
root# cp /boot/* /winc/lilo
```

In `/etc/lilo.conf` müssen die Pfadangaben zur Kernel-Datei und eventuell zu anderen Dateien entsprechend geändert werden. Neu im Vergleich zu bisherigen `lilo.conf`-Dateien sind die Optionen `install` und `map`, die nicht mehr (wie in der Defaulteinstellung) in das Linux-Verzeichnis `/boot` zeigen, sondern in das Windows-Verzeichnis `C:\LILO`.

Beachten Sie aber, dass die Einstellung für `root` unverändert bleibt! (Die `root`-Option gibt an, wo sich die Linux-Root-Partition befindet. Deren Ort hat sich nicht verändert!)

```
# Datei /etc/lilo.conf
boot=/dev/hda
prompt
timeout=100
install=/winc/lilo/boot.b
map=/winc/lilo/map
image= /winc/lilo/vmlinuz
    root = /dev/hda8          # Linux Root-Partition
    label = linux
    read-only
other=/dev/hda1
    label=windows
```

Jetzt können Sie `lilo` ausführen. Die Windows-Partition muss dabei noch immer gemountet sein. Bei einem Neustart lädt LILO die Kernel-Datei aus der Windows-Partition und startet danach Linux.

VORSICHT

Das Problem bei dieser Art der LILO-Installation besteht darin, dass LILO darauf angewiesen ist, dass sich der Ort der Kernel-Datei nicht ändert. (LILO speichert nicht den Dateinamen, sondern die Sektornummern, auf denen sich die Datei befindet.) Wenn Sie die Windows-Partition defragmentieren oder das `lilo`-Verzeichnis verschieben, kopieren etc., kann sich der Ort der Datei auf der Platte ändern. LILO findet dann die Kernel-Datei nicht mehr und das Booten schlägt fehl. Abhilfe: Linux muss mit einer Bootdiskette gestartet, die Windows-Partition eingebunden und `lilo` abermals ausgeführt werden.

TIPP

Wenn Sie einen neuen Kernel installieren, müssen Sie die Windows-Partition wieder mounten, die neue Kernel-Datei dorthin kopieren und `lilo` neu ausführen. Die Datei `/boot/vmlinuz` spielt im Gegensatz zu einer 'normalen' LILO-Konfiguration keine Rolle – es kommt einzig auf `/winc/lilo/vmlinuz` an!

SCSI/RAID/LVM/reiserfs-Systeme

Vielleicht fragen Sie sich, was der gemeinsame Nenner der Überschrift ist. Nun, alle Begriffe haben mit dem Zugriff auf das Dateisystem zu tun. Und der ist gleich zweimal von Interesse: einmal während der Installation von LILO bei der Ermittlung der Sektorenliste für die Bootdateien und einmal nach dem geglückten Kernel-Start, wenn der Kernel auf das Root-Dateisystem zugreifen möchte.

Je nach Konfiguration kann es sein, dass Sie nur mit einem oder auch mit beiden Problemen konfrontiert sind. Auch die Lösungsansätze (separate `/boot`-Partition, Verwendung einer Initial-RAM-Disk) sind voneinander unabhängig. In den folgenden beiden Abschnitten finden Sie eine genauere Ursachenanalyse.

LILO-Zugriff auf Festplattensektoren

lilo muss während der Installation in der Lage sein, dem im Dateisystem gespeicherten Kernel Festplattensektoren zuzuordnen. Die Sektorenliste ist die Basis für den späteren Startprozess.

Wenn der Kernel in einem ext2- oder Windows-9x-Dateisystem gespeichert ist, kann lilo die Sektornummern problemlos ermitteln. Wenn Sie andere Dateisysteme verwenden oder wenn zwischen dem Dateisystem und der Festplatte andere Sub-Systeme stehen (LVM oder RAID, siehe Kapitel 6), kann es Probleme geben:

- **Dateisysteme:** Aktuelle LILO-Versionen kommen problemlos mit reiserfs zurecht. Bei älteren LILO-Versionen muss das reiserfs-Dateisystem mit der mount-Option `no-tail` in das Dateisystem eingebunden werden.

Laut Dokumentation bereitet auch die Kombination zwischen SGI xfs bzw. IBM jfs und LILO kein Problem – ich habe das aber nicht selbst getestet.

- **LVM:** Für das korrekte Zusammenspiel zwischen LVM und LILO gab es erste Patches, als diese Zeilen geschrieben wurden. Es ist daher zu erwarten, dass künftige LVM- und LILO-Versionen miteinander kompatibel sein werden. (Zumindest bis zur LILO-Version 21.7 ist das nicht der Fall.)
- **RAID:** LILO kommt zurzeit ausschließlich mit RAID-1 zurecht (und nur mit den RAID-Tools 0.9, nicht mit der älteren Version 0.4.)
- **SCSI-Festplatten:** Für die Sektorenerkennung spielt es keine Rolle, ob Sie mit IDE- oder SCSI-Festplatten arbeiten, d. h. es gibt keine Probleme.

Wenn es Probleme gibt, ist die Lösung eigentlich einfach: Sie müssen eine kleine /boot-Partition mit ext2-Dateisystem ohne LVM und ohne RAID anlegen. Wenn Sie auf Ihrer Festplatte keinen Platz mehr für eine kleine Partition haben (10 MByte reichen), müssen Sie auf eine Bootdiskette mit Kernel zurückgreifen (siehe Seite 327).

LILO-Zugriff auf Festplattensektoren (Initial-RAM-Disk)

Sobald es LILO einmal gelingt, den Kernel zu starten, muss dieser unmittelbar nach dem Start auf das Root-Dateisystem zugreifen können. Der mit den meisten Linux-Distributionen mitgelieferte Standardkernel ist dazu nur in der Lage, wenn Sie IDE-Festplatten und ein ext2-Dateisystem verwenden. Alle Zusatzfunktionen zur Steuerung von SCSI-Controllern, für besondere Dateisysteme, für RAID oder für LVM befinden sich in Modulen, die normalerweise bei Bedarf geladen werden. Noch ist das aber nicht möglich, weil sie ja im Dateisystem gespeichert sind, das noch gar nicht gelesen werden kann.

Es gibt drei Lösungen für das Problem:

- Sie legen die root-Partition auf einer IDE-Festplatte an und verwenden dort ein ext2-Dateisystem ohne LVM oder RAID.
- Sie kompilieren selbst einen Kernel, in den alle Funktionen zum Zugriff auf das Root-Dateisystem bereits integriert sind. Der Nachteil besteht darin, dass das Selbst-

kompilieren oft Probleme bereitet und dass die resultierende Kernel-Datei bisweilen sehr groß wird, was wiederum neue LILO-Probleme verursachen kann.

- Die in den meisten Fällen beste Lösung besteht darin, eine so genannte Initial-RAM-Disk zu verwenden. Der Rest dieses Abschnitts beschränkt sich auf diese Variante.

Ein wenig vereinfacht sieht die Vorgehensweise so aus: Vor der LILO-Installation wird ein kleines Dateisystem erstellt, in dem alle erforderlichen Kernel-Module gespeichert werden. Das gesamte Dateisystem wird in einer einzigen, komprimierten Datei gespeichert. Diese Datei wird in der LILO-Konfigurationsdatei mit der Option `initrd=/boot/initrd` angegeben.

Während des Startprozesses lädt LILO die Datei in den Speicher (RAM), spricht sie wie ein Dateisystem an (eben als RAM-Disk) und stellt sie dem Kernel zur Verfügung. Dieser lädt sich von dort die Module, bevor er dann auf das root-Dateisystem zugreift.

VERWEIS

Exakter und mit mehr Details ist die Verwendung von Initial-RAM-Disks in der folgenden Datei beschrieben (die Teil der Kernel-Codes ist):

`/usr/src/linux/Documentation/initrd.txt`

Der einzig wirklich komplizierte Aspekt bei diesem Verfahren besteht darin, die Datei für die Initial-RAM-Disk herzustellen. Zum Glück helfen dabei eigene Kommandos, die aber je nach Distribution unterschiedlich sind (siehe unten).

Bevor Sie sich mit diesen Kommandos beschäftigen, stellt sich noch die Frage, welche Module Sie eigentlich benötigen. Dazu führen Sie am besten `lsmod` aus und konsultieren `/etc/modules.conf`. Bei der Suche nach den richtigen Modulnamen können Sie auch einen Blick in die Modulverzeichnisse werfen. Die folgenden Verzeichnisangaben sind relativ zu `/lib/modules/kernelversion/kernel`.

SCSI: `drivers/scsi`.

Dateisysteme: `fs/*/*`.

LVM und RAID: `drivers/md`

HINWEIS

Zur Erzeugung der Initial-RAM-Disk-Datei wird die Datei mit Hilfe eines so genannten Loopback-Device als Dateisystem angesprochen. Damit das klappt, muss der laufende Linux-Kernel diese Funktion unterstützen bzw. das entsprechende Kernel-Modul geladen werden (zur Not manuell: `modprobe loop`).

VERWEIS

Speziell für die LVM-Module gibt es ein eigenes Kommando zur Erzeugung einer Initial-RAM-Disk: `lvmcreate_initrd`. Dieses Kommando berücksichtigt allerdings nur LVM, nicht aber andere, eventuell ebenfalls erforderliche Module. Weitere Informationen gibt die `man`-Seite zu diesem Kommando.

Bitte denken Sie daran, dass Sie jedes Mal, wenn Sie eine neue RAM-Disk-Datei erzeugen, auch `lilo` neu ausführen müssen. Die neue RAM-Disk-Datei befindet sich nicht auf denselben Sektoren der Festplatten, daher findet die alte LILO-Konfiguration die Datei nicht mehr.

mkinitrd (Mandrake, Red Hat): `mkinitrd` wertet die Datei `/etc/modules.conf` aus und kopiert alle in der Zeile `scsi_hostadapter` angegebenen Module in die RAM-Disk.

```
# in /etc/modules.conf
alias scsi_hostadapter aic7xxx
```

Wenn sich das root-Dateisystem in einer RAID-Partition befindet, werden automatisch auch die hierfür erforderlichen Module in die RAM-Disk kopiert.

Alle weiteren Module – etwa für das Root-Dateisystem oder für LVM – müssen explizit mit der Option `--with=modulname` angegeben werden. (Für jedes Modul ist eine eigene `--with`-Option notwendig.) Die zurzeit aktiven Module können Sie mit `lsmod` bestimmen.

Als weitere Parameter müssen der Name der RAM-Disk-Datei (üblicherweise `/boot/initrd` sowie die Kernel-Version übergeben werden. (Diese kann mit `uname -r` ermittelt werden.) Wenn Sie eine bereits vorhandene RAM-Disk-Datei überschreiben möchten, benötigen Sie außerdem die Option `-f`. Einige weitere Optionen sind im `man-test` zu `mkinitrd` beschrieben.

Das folgende Kommando erzeugt eine RAM-Disk-Datei für das `reiserfs`-Dateisystem.

```
root# mkinitrd -f --with=reiserfs /boot/initrd 2.4.2-2
```

mk_initrd (SuSE): Bei SuSE hat das Kommando nicht nur einen zusätzlichen Unterstrich, auch die Steuerung erfolgt ein wenig anders. Normalerweise müssen an das Kommando keinerlei Parameter oder Optionen übergeben werden. `mk_initrd` wertet die Variable `INITRD_MODULES` in der Datei `/etc/rc.config` aus. Diese Variable enthält nach einer Installation auf einem SCSI-System üblicherweise das benötigte SCSI-Modul. Außerdem erkennt `mk_initrd` automatisch, ob LVM verwendet wird, und fügt bei Bedarf auch dieses Modul hinzu.

`mk_initrd` kümmert sich allerdings weder um RAID-Module noch um Module für zusätzliche Dateisysteme – diese müssen Sie gegebenenfalls selbst in `/etc/rc.config` eintragen. (Sie können die Module auch mit der Option `-m` direkt an `mk_initrd` übergeben.)

Das folgende Beispiel geht davon aus, dass sich Ihr Linux-System in einer `reiserfs`-Partition auf einer SCSI-Festplatte befindet, die über eine SCSI-Karte von Adaptec angesprochen wird. (Sie können in `INITRD_MODULES` aber natürlich beliebige weitere Module angeben. Achten Sie darauf, dass Sie die Module durch Leerzeichen, nicht durch Kommas trennen!)

```
# in /etc/rc.config
INITRD_MODULES="aic7xxx reiserfs"
```

`mk_initrd` erzeugt nicht nur eine RAM-Disk-Datei, sondern gleich zwei: `/boot/initrd` und `/boot/initrd.suse`. Der Grund besteht darin, dass SuSE per Default zwei gleiche Kernel installiert, `vmlinuz` und `vmlinuz.suse`. Wenn Sie selbst einen eigenen Kernel kompilieren, ersetzen Sie damit `vmlinuz`; `vmlinuz.suse` bleibt aber unverändert. Beim Booten mit LILO können Sie dann entscheiden, ob Sie ihren eigenen Kernel ('linux') oder den von SuSE ('suse') verwenden möchten. (Das ist dann praktisch, wenn Ihnen beim Kompilieren ein Fehler unterläuft.)

```
root# mk_initrd
using "/dev/hdb11" as root device (mounted on "/")
creating initrd "//boot/initrd" for kernel "//boot/vmlinuz" (2.4.4-4GB)
module aic7xxx is
  "/lib/modules/2.4.4-4GB/kernel/drivers/scsi/aic7xxx/aic7xxx.o"
-> insmod aic7xxx
module reiserfs is
  "/lib/modules/2.4.4-4GB/kernel/fs/reiserfs/reiserfs.o"
-> insmod reiserfs

creating initrd "//boot/initrd.suse" for kernel "//boot/vmlinuz.suse"
(2.4.4-4GB)
module aic7xxx is
  "/lib/modules/2.4.4-4GB/kernel/drivers/scsi/aic7xxx/aic7xxx.o"
-> insmod aic7xxx
module reiserfs is
  "/lib/modules/2.4.4-4GB/kernel/fs/reiserfs/reiserfs.o"
-> insmod reiserfs
```

VERWEIS

Weitere Informationen zu `mk_initrd` bekommen Sie mit der Option `-h` oder wenn Sie den Quelltext lesen (Datei `/sbin/mk_initrd`). Es gibt auch in der SuSE-Supportdatenbank <http://sdw.suse.de> einige Artikel zu diesem Thema – suchen Sie nach `initrd`.

LILO durch den Bootmanager von Windows NT/2000/XP starten

Windows NT/2000/XP verwendet einen eigenen Bootmanager, der ähnlich wie LILO funktioniert und normalerweise in den MBR der ersten Festplatte oder der ersten Partition installiert wird. Mit dem Bootmanager können Sie verschiedene Windows-Versionen starten.

HINWEIS

Wenn in diesem Abschnitt einfach von Windows NT die Rede ist, sind die Windows-Versionen NT 4.0, 2000 und XP gemeint. Das Bootsystem dieser Windows-Versionen ist zum Glück identisch.

LILO ist nicht in der Lage, Windows NT selbst zu starten, wenn der von NT vorgegebene Bootsektor durch LILO überschrieben wird. Dieser Abschnitt beschreibt daher den umge-

kehrten Weg: Der Bootmanager von Windows NT bleibt, wo er ist, er wird aber mit einem zusätzlichen Menüeintrag ausgestattet, um LILO zu starten. Beim Rechnerstart können Sie sich also bequem zwischen NT und LILO entscheiden. (Innerhalb von LILO stehen dann unter Umständen abermals mehrere Optionen zur Auswahl, also z. B. verschiedene Linux-Kernel.)

Meiner Meinung nach ist das die bei weitem eleganteste Art, Linux auf einem Windows-NT-System zu booten, weil auch bei Windows-Neuinstallationen und -Updates (Service Packs etc.) keine Probleme zu erwarten sind.

HINWEIS

Der NT-Bootmanager und die dazugehörigen Dateien werden grundsätzlich in die erste Partition der ersten Festplatte installiert. Dieser Abschnitt geht davon aus, dass es sich bei dieser Partition um eine Windows-Partition (3.1/9x/ME) handelt, nicht aber um eine NTFS-Partition.

Die hier beschriebene Vorgehensweise funktioniert selbst dann, wenn die erste Partition eine NTFS-Partition ist. Die Einrichtung von LILO wird dadurch aber etwas umständlicher, weil NTFS-Partitionen unter Linux nicht verändert werden dürfen. (Der NTFS-Treiber sieht zwar einen Read-write-Modus vor, dieser hat aber experimentellen Charakter und sollte nicht verwendet werden.) Sie müssen daher die unten beschriebene Datei `bootsec.lin` auf eine Diskette kopieren, den Rechner unter NT neu starten und dann `bootsec.lin` in die NT-Partition kopieren und `BOOT.INI` verändern.

TIPP

Wenn Sie den NT-Bootmanager versehentlich durch LILO überschrieben haben, können Sie mit `lilo -u` versuchen, den Bootsektor wiederherzustellen. Ist das nicht möglich, müssen Sie den Bootsektor mit dem Installationsprogramm bzw. mit einer Emergency-Diskette von Windows NT wiederherstellen. Aber selbst wenn Sie die erforderlichen Disketten haben, ist das eine mühsame Angelegenheit.

LILO-Konfiguration

Der erste Schritt besteht darin, dass Sie den Bootsektor der Linux-Root-Partition Ihrer Festplatte mit `dd` in eine Datei kopieren. Diese Partition können Sie mit `rdev` ermitteln (im Beispiel unten `/dev/hda8`). Passen Sie bei der Eingabe des `dd`-Kommandos auf! Mit falschen Parametern kann `dd` eine Menge Schaden anrichten!

```
root# rdev
/dev/hda8 /
root# dd if=/dev/hda8 bs=512 count=1 of=/boot/bootsec.lin
```

Nun ändern Sie `/etc/lilo.conf` so, dass `lilo` nicht den Bootsektor einer Festplatte oder Diskette verändert, sondern direkt die oben angegebene Datei `/boot/bootsec.lin`. Die restlichen LILO-Einstellungen erfolgen wie bei der Installation von LILO in den MBR der Festplatte (siehe Seite 319 bzw. Seite 329). Wenn Sie das nächste Mal `lilo` ausführen, wird also nur die Datei `bootsec.lin` verändert.

```
# in /etc/lilo.conf
boot=/boot/bootsec.lin
# ... alle anderen Einstellungen wie bisher
```

Der nächste Schritt besteht darin, dem NT-Startprogramm NTLDR beizubringen, dass es neben diversen Microsoft-Produkten auch noch Linux gibt. Sämtliche für den Startprozess erforderlichen Dateien befinden sich in der ersten Partition der ersten Festplatte (ganz unabhängig davon, auf welcher Festplatte bzw. Partition NT selbst installiert ist). `bootsec.lin` muss daher ebenfalls in diese Partition kopiert werden.

Wenn es sich bei dieser ersten Partition um eine FAT-Partition handelt (also um ein herkömmliches DOS/Windows-Dateisystem), können Sie diese Partition mit `mount` in das Dateisystem einbinden und `bootsec.lin` einfach in dessen Wurzelverzeichnis kopieren. Wenn es sich dagegen um eine NTFS-Partition handelt, müssen Sie `bootsec.lin` auf eine Diskette kopieren, NT starten und die Datei unter NT von der Diskette in die NTFS-Partition kopieren.

Jetzt müssen Sie nur noch die NTLDR-Konfigurationsdatei `BOOT.INI` ändern (erstellen Sie vorher ein Backup!): Diese Datei befindet sich ebenfalls im Wurzelverzeichnis der ersten Partition. Ein Beispiel für diese Datei ist unten abgedruckt. (Im Detail kann die Datei je nach Ihrer Hardware-Konfiguration ein wenig anders aussehen. Lange Zeilen sind hier aus Platzgründen auf zwei Zeilen verteilt, als Trennzeichen wurde `\` verwendet. In `BOOT.INI` müssen diese Zeilen allerdings zusammenbleiben!)

```
[boot loader]
timeout=60
default=multi(0)disk(0)rdisk(1)partition(2)\WINNT4
[operating systems]
multi(0)disk(0)rdisk(1)partition(2)\WINNT=\
"Microsoft Windows 2000 Professional" /fastdetect
C:\="Microsoft Windows"
```

An das Ende dieser Datei fügen Sie nun noch eine weitere Zeile an, nämlich:

```
C:\bootsec.lin="LILO"
```

Falls Sie diese Änderung unter Linux durchführen, müssen Sie auf die korrekten Zeilentrennzeichen achten. (Unter DOS/Windows ist ja ein zusätzliches `Ctrl-M`-Zeichen am Zeilenende üblich. Die Eingabe dieses Zeichens ist mit den meisten Unix-Editoren umständlich (Emacs: `(Strg)+(Q)`, `(Strg)+(M)`). Am einfachsten kopieren Sie eine beliebige Zeile und ändern diese. Beim Kopieren bleibt `Ctrl-M` am Zeilenende erhalten.)

Wenn Sie Ihren Rechner jetzt neu starten, wird LILO als zusätzliche Zeile neben den bisher schon vorhandenen Betriebssystemen angeführt. Wenn Sie diese Option wählen, startet NTLDR den LILO. Dort bestehen dann alle Möglichkeiten von LILO, d. h. je nach Konfiguration können Sie sich jetzt noch zwischen verschiedenen Linux-Kernen entscheiden.

Noch mehr Informationen zum Thema LILO und Windows NT finden Sie im Linux+NT-Loader-Mini-HOWTO. Bei der Veränderung von `BOOT.INI` können Sie sich auch von dem Windows-Programm `BOOTPART.EXE` helfen lassen. Weitere Informationen finden Sie unter:

<http://www.winimage.com/bootpart.htm>

LILO-Fehlermeldungen

Sollte der Start von Linux nicht gelingen, gibt LILO fast immer zumindest einen Hinweis, was die Ursache des Fehlers sein könnte. LILO zeigt während eines vierteiligen internen Startprozesses der Reihe nach die vier Buchstaben 'LILO' an. Gibt es während des Startprozesses Probleme, erscheinen nicht alle Buchstaben – und das erlaubt Rückschlüsse auf die Ursache des Problems. Außerdem zeigt LILO unter Umständen eine Fehlernummer an.

Die folgende Liste gibt zu beiden Varianten einige weitere Informationen. Im Detail sind die Fehlercodes im LILO-Benutzerhandbuch beschrieben (üblicherweise in der Datei `/usr/doc/packages/lilo/user.dvi`).

- **Kein Buchstabe von 'LILO':** LILO wurde vermutlich gar nicht installiert (oder nicht dorthin, wo Sie gedacht hatten).
- **L:** Der erste Teil von LILO konnte geladen werden, nicht aber der zweite. Wahrscheinliche Fehlerursache: LILO hat Probleme, die Festplattegeometrie richtig zu interpretieren. Mögliche Abhilfe: Fügen Sie die Option `linear` in `lilo.conf` ein oder geben Sie die Festplattegeometrie mit `sectors`, `heads` und `cylinders` explizit an.
- **LI:** Auch der zweite Teil von LILO konnte geladen werden, aber beim Ausführen traten Probleme auf. Wahrscheinliche Fehlerursache: abermals Probleme mit der Festplattegeometrie oder `/boot/boot.b` konnte nicht gefunden werden. Wurde die Datei nach der Konfiguration von LILO nochmals verändert? Hat sich die Reihenfolge der Festplatten geändert (z. B. Einbau von `hdb` zwischen `hda` und `hdc`)? Befinden sich Teile der Kernel-Datei außerhalb des 1024-Zylinder-Limits? Abhilfe: Fügen Sie die Option `lba32` in `lilo.conf` ein. Bei einem System, das sowohl SCSI- als auch IDE-Laufwerke enthält, sollten Sie die Optionen `disk` und `bios` ausprobieren. Wenn das nichts hilft, orientieren Sie sich an den obigen Tipps (Fehlermeldung 'L').
- **LIL:** LILO konnte gestartet werden, hat aber Probleme beim Lesen von `/boot/map`. Mögliche Fehlerursache/Behebung: Wie oben, aber für `/boot/map`.
- **LIL?:** Probleme mit `/boot/boot.b`. Abhilfe: Führen Sie `lilo` nochmals aus.
- **LIL-:** Probleme mit `/boot/map`. Abhilfe: Führen Sie `lilo` nochmals aus.
- **LILO:** LILO konnte erfolgreich gestartet werden und hat alle Konfigurationsdateien gefunden.
- **Fehlercode 00:** Problem beim Lesen der Sektoren der Kernel-Datei. Mögliche Ursachen: Die Kernel-Datei wurde nach der Installation von LILO verändert (z. B. Neukompilierung), ohne `lilo` neu auszuführen. Oder Sie haben die Option `linear` ver-

wendet und dabei das 1024-Zylinder-Limit überschritten. (Wenn diese Option verwendet wird, erkennt LILO die Überschreitung dieses Limits bei der Installation unter Umständen nicht.) Abhilfe: Kopieren Sie die Kernel-Datei in eine Partition, die vollständig unterhalb der 1024-Zylinder-Grenze liegt, und installieren Sie LILO neu.

- **Fehlercode 01:** Auch wenn das LILO-Benutzerhandbuch behauptet, dass dieser Fehler gar nicht auftreten sollte, ist er einer der häufigsten. Normalerweise erscheint eine endlose Reihe von 01-Codes, bis der Rechner neu gestartet wird. LILO teilt damit mit, dass ein oder auch viele unzulässige Kommandos ausgeführt wurden.

Eine Ursache kann darin bestehen, dass LILO die Festplatte nicht findet, auf der sich die Kernel-Datei befindet (insbesondere, wenn sich der Kernel nicht auf der ersten Festplatte befindet). In diesem Fall kann die explizite Angabe der Festplattennummer durch die `bios`-Option weiterhelfen (z. B. `bios=0x81` für die zweite Platte).

Einmal ließ sich das Problem lösen, indem die Option `message=...` auskommentiert wurde, die eine Linux-Distribution per Default vorgesehen hatte. (Auf den Begrüßungstext kann man gern verzichten.) Aber auch alle anderen oben schon erwähnten Tipps (Option `lilo`, explizite Angabe der Festplattengeometrie etc.) können vielleicht helfen.

- **Fehlercode 02:** 'Address mark not found': Eine mögliche Ursache ist eine defekte Diskette. Installieren Sie LILO auf eine neue Diskette.
- **Fehlercode 04:** 'Sector not found': Abermals ist ein Geometrieproblem die wahrscheinlichste Ursache. Abhilfe wie oben. Falls Sie `compact` verwenden, kommentieren Sie diese Option aus.

Tipp

LILO kennt noch eine Reihe weiterer Fehlercodes. Hier wurden nur die häufigsten dokumentiert. Eine vollständige Liste finden Sie in der schon erwähnten LILO-Dokumentation (Datei `user.dvi` bzw. `user.ps`).

Default-Betriebssystem für einen Reboot einstellen

Wenn Sie Ihren Rechner herunterfahren (z. B. durch `(Strg)+(Alt)+(Entf)`), wird beim nächsten Start wieder LILO ausgeführt. Manchmal wissen Sie beim Herunterfahren, wie Sie den Rechner neu starten möchten – z. B. abermals mit Linux oder mit Windows. In diesem Fall können Sie vor dem Shutdown `lilo -R name` ausführen. Damit erreichen Sie, dass das mit `name` bezeichnete Betriebssystem beim nächsten LILO-Start automatisch (ohne Benutzereingabe) gestartet wird. Der angegebene Name muss einer `label`-Zeichenkette in `/etc/lilo.conf` entsprechen.

Die zwei folgenden Kommandos bewirken, dass der Rechner unter Windows neu gestartet wird (sofern es in `lilo.conf` eine Bootvariante mit dem Namen `windows` gibt):

```
root# lilo -R windows
root# shutdown -R now
```

Kurz zu den Interna: Das Defaultsystem wird in der Mapping-Datei gespeichert (üblicherweise also in `/boot/map`). Unmittelbar nachdem LILO die Zeichenkette dort beim

nächsten Start gelesen hat, wird die Zeichenkette gelöscht. Damit wird sichergestellt, dass die Einstellung nur einmal gilt. (Das ist eine Sicherheitsmaßnahme. Wenn das durch *name* angegebene Betriebssystem sich aus irgendeinem Grund nicht starten lässt, so funktioniert LILO nach dem erfolglosen Startversuch wieder normal, reagiert also wieder auf Benutzereingaben.)

`lilo -R` kann dazu eingesetzt werden, um den Komfort bei einem Rechnerneustart zu vergrößern. Insbesondere der KDE-Display-Manager `kdm` benutzt dieses Merkmal (siehe auch Seite 533).

Menüs und Grafikmodus

Bis jetzt ist es in diesem Abschnitt nur darum gegangen, LILO zum Laufen zu bringen. Wenn das geklappt hat und Sie noch Lust auf weitere Experimente haben, können Sie nun versuchen, LILO mit einer Begrüßungsgrafik zu verschönern und die Bedienung mit einem Menü zu erleichtern.

LILO-Menü im Textmodus

Ein Menü zur Auswahl des Betriebssystems, das mit den Cursortasten bedient werden kann, ist einfach zu bewerkstelligen. Sie müssen lediglich statt `/boot/boot.b` die Datei `/boot/boot-menu.b` verwenden. Als Menütexte werden die `label`-Texte der einzelnen Betriebssysteme verwendet.

Die Überschrift des Menüs sowie die Farbgestaltung können mit den `lilo.conf`-Optionen `menu-title` und `menu-scheme` eingestellt werden (Details siehe man `lilo.conf`). Beim folgenden Beispiel erscheint das LILO-Menü in einer weißen Box. Der Text wird schwarz angezeigt, das ausgewählte Betriebssystem rot, die Überschrift und der Rahmen um das Menü blau.

```
# in /etc/lilo.conf
install=/boot/boot-menu.b
menu-title="Wählen Sie ein Betriebssystem aus!"
menu-scheme=kw:Wr:bw:bw
... wie bisher
```

LILO-Menü im Grafikmodus

Hier gibt es zurzeit zwei Ansätze (Mandrake und SuSE). es ist noch nicht abzusehen, ob sich einer davon als Standard durchsetzen wird. Leider sind beide Varianten gleichermaßen schlecht dokumentiert. Zudem ist die Konfiguration sehr aufwändig, sodass sich der Aufwand wohl selten lohnt.

Der gemeinsame Nenner beider Varianten besteht darin, dass eine speziell präparierte Datei mit der `lilo.conf`-Option `message` angegeben wird.

Mandrake 8 verwendet LILO 21.7 mit `boot-graphic.b`. Die Datei mit dem Hintergrundbild muss mit dem Perl-Script `bmp2mdk` aus einer BMP-Datei erstellt werden. Dieses Script wird mit dem LILO-Paket mitgeliefert. Sie finden es samt der Datei `README.graphic` im Verzeichnis `/usr/share/doc/lilo-0.21.7`.

```
# in /etc/lilo.conf
install=/boot/boot-graphic.b
message=/boot/bmp2mdk-file
... wie bisher
```

Weitere Informationen zur Mandrake-LILO-Konfiguration finden Sie hier:

<http://liquid2k.com/matthias/linux/lilo.html>

SuSE 7.2 verwendet noch LILO 21.6 und setzt `boot-menu.b` ein. Eine für LILO geeignete Grafik wird mit `mkilomsg` erzeugt und ebenfalls via `message=file` übergeben. `mkilomsg` erwartet die Ausgangsdatei im PCX-Format. Die PCX-Datei muss bereits alle Menütexte enthalten! Die Menütexte für die verschiedenen Betriebssysteme können bei dieser Variante also nicht mehr mit der LILO-Option `label` verändert werden. (Die genaue Position des Menüs übergeben Sie mit unzähligen Parametern an `mkilomsg`.) Ein weiterer Unterschied zur Mandrake-Lösung besteht darin, dass der VGA-Mode hier über die LILO-Option `vga` eingestellt wird.

```
# in /etc/lilo.conf
vga      = 771
install=/boot/boot-menu.b
message = /boot/mkilomsg-file
... wie bisher
```

Weitere Informationen zur SuSE-LILO-Konfiguration finden Sie hier:

http://sdb.suse.de/de/sdb/html/jkoeke_bootgrafik.html
<http://www.13thfloor.at/Software/lilo-splash/Example/>

LILO-Konfigurationshilfen

Anstatt `/etc/linux.conf` selbst zu erstellen, können Sie dazu diverse Hilfsprogramme verwenden. In der Vergangenheit hatten diese Tools aber immer Probleme mit den in diesem Kapitel beschriebenen Sonderfällen (SCSI-Systeme, 1024-Zylinder-Limit, Windows NT/2000), weswegen ich meine LILO-Konfigurationsdateien nach wie vor am liebsten selbst editiere.

Distributionspezifische Werkzeuge: Die folgende Liste zählt einige Werkzeuge zur Erstellung von Bootdisketten und zur LILO-Installation auf.

Mandrake: `drakfloppy`, `drakboot`, `mkbootdisk` (siehe Seite 1199)

Red Hat: `mkbootdisk` (siehe Seite 1220)

SuSE: `YaST` (siehe Seite 1244)

Linuxconf: Bei Linuxconf ist die Konfiguration von `lilo.conf` über mehrere Dialoge verteilt (Startpunkt: `BOOT MODE|LILO`). Als Installationsort kann eine beliebige Partition, der MBR der Festplatte (geben Sie `/dev/hda` bzw. bei SCSI-Systemen `/dev/sda` an) oder eine Diskette ausgewählt werden. Das Ergebnis ist in letzterem Fall eine LILO-Bootdiskette ohne Kernel auf der Diskette.

KLILO (KDE): Bei manchen Distributionen wird `klilo` als weitere Alternative mitgeliefert. Das Programm wurde aber in letzter Zeit nicht mehr gewartet.

8.2 LILO-Alternativen (SYSLINUX, Loadlin)

Es muss nicht immer LILO sein! Dieser Abschnitt zeigt, wie Sie eine Bootdiskette ohne irgendeinen Boot-Loader erstellen können. Außerdem werden drei Alternativen zu LILO kurz vorgestellt: SYSLINUX, Loadlin und (im nächsten Abschnitt) GRUB.

Bootdiskette ohne Boot-Loader

Um Linux mit einer Bootdiskette zu starten, benötigen Sie weder LILO noch eine der in diesem Abschnitt beschriebenen Alternativen. Dazu wird eine etwas veränderte Kernel-Datei direkt in den Sektoren der Diskette gespeichert (beginnend mit dem Bootsektor).

Die Vorteile der hier vorgestellten Variante: geringer Konfigurationsaufwand, keine Probleme mit dem 1024-Zylinder-Limit. Nachteil: inflexibel, d. h. kein LILO-Prompt, keine RAM-Disk (d. h. nur dann für SCSI-, RAID-, LVM-, reiserfs-Systeme geeignet, wenn Sie sich selbst einen maßgeschneiderten Kernel kompilieren).

```
root# fdformat /dev/fd0           # Diskette formatieren (falls unformatiert)
root# cp /boot/vmlinuz /dev/fd0  # Kernel dorthin kopieren
root# rdev                        # Bootpartition ermitteln
/dev/sdc2 /
root# rdev /dev/fd0 /dev/sdc2     # diese Partition im Kernel einstellen
root# rdev -R /dev/fd0 1          # Bootpartition zuerst read only anmelden
root# rdev -v /dev/fd0 -2        # optional: erweiterter VGA-Modus
```

In den obigen Zeilen gehe ich davon aus, dass die Kernel-Datei den Namen `/boot/vmlinuz` hat. Statt `cp` können Sie übrigens auch das in vielen anderen Linux-Büchern angegebene Kommando `dd` verwenden, um die Kernel-Datei auf die Diskette zu übertragen (Seite 931). Beide Kommandos funktionieren für diese Anwendung gleich: Sie übertragen die Kernel-Datei direkt in die ersten Sektoren der Diskette. Auf der Diskette befindet sich damit kein Dateisystem, sondern nur eine Serie von Datenblöcken. (Falls sich vor dem `cp`- oder `dd`-Kommando ein Dateisystem auf der Diskette befand, wird es überschrieben.) Auf dieser Diskette kann keine zweite Datei mehr gespeichert werden, ohne die erste zu zerstören.

Entscheidend bei der Erstellung einer Bootdiskette ist, dass mit `rdev` die korrekte Root-Partition angegeben wird (sonst kann zwar der Kernel geladen werden, der laufende Kernel findet aber die Partition mit dem Linux-Dateisystem nicht). Die korrekte Bezeichnung der Root-Partition (im obigen Beispiel also `/dev/sdc2`) können Sie am leichtesten feststellen, wenn Sie `rdev` ohne Parameter aufrufen. Alternativ gibt `df` an, welche Dateisysteme sich auf welchen Partitionen befinden.

SYSLINUX

Mit SYSLINUX können Sie eine DOS-formatierte Diskette zum Linux-Start verwenden. Der wesentliche Vorteil von SYSLINUX besteht darin, dass sowohl die Konfigurationsdateien als auch alle anderen Dateien auf der Diskette unter Windows verändert werden können. Mit anderen Worten: Wenn Linux aus irgendeinem Grund nicht mehr gestartet werden kann, können Sie Ihren (oder einen anderen) Rechner unter DOS oder Windows starten und dann die Konfigurationsdatei auf der SYSLINUX-Diskette ändern etc.

Praktisch ist auch, dass beim SYSLINUX-Start wie bei LILO zusätzliche Kernel-Optionen angegeben werden können und dass es sehr einfach ist, den Funktionstasten unterschiedliche Hilfetexte zuzuordnen. Deswegen verwenden relativ viele Distributionen SYSLINUX für ihre Installationsdisketten.

Die folgenden Zeilen zeigen, wie Sie eine SYSLINUX-Bootdiskette unter Linux erstellen können. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Diskette DOS-formatiert und leer ist. `syslinux` kopiert den SYSLINUX-Bootsektor auf die Diskette. (Es gibt übrigens auch ein `SYSLINUX.EXE`-Programm, das dieselbe Aufgabe unter DOS/Windows erledigt.) Der Default-Linux-Kernel auf der Diskette muss den Namen `linux` haben.

```
root# syslinux /dev/fd0
root# mcopy /boot/vmlinuz a:linux
root# mcopy /boot/initrd a:
```

Jetzt müssen Sie noch die Konfigurationsdatei `syslinux.cfg` erstellen. Die Datei muss das folgende Aussehen haben. `prompt` und `timeout` bewirken, dass für zehn Sekunden ein Eingabeprompt angezeigt wird, bevor das Default-Betriebssystem gestartet wird. Linux-Betriebssysteme werden durch die drei Parameter `label` (Name), `kernel` (Dateiname der Kernel-Datei) und `append` (Kernel-Optionen) angegeben. Im Beispiel wird ein Kernel mit Initial-RAM-Disk geladen.

```
prompt 1
timeout 100
default linux
label linux
    kernel linux
    append initrd=initrd root=/dev/hdb10
```

Kopieren Sie auch diese Datei auf die Diskette:

```
root# mcopy syslinux.cfg a:
```

Weitere Informationen zu SYSLINUX und zu seinen Varianten ISOLINUX (für Boot-CDs) und PXELINUX (zum Booten über ein Netzwerk) finden Sie hier:

<http://syslinux.zytor.com/>

LOADLIN (Linux von DOS aus starten)

Mit dem Programm `LOADLIN.EXE` können Sie Linux von DOS aus starten. Durch eine entsprechende Konfiguration von `AUTOEXEC.BAT` kann DOS so eingerichtet werden, dass Sie nach dem Booten zwischen Linux und DOS wählen können. Der größte Vorteil von `LOADLIN` besteht darin, dass Sie bei der Installation den Bootsektor nicht anrühren müssen.

Der Nachteil besteht darin, dass DOS als Betriebssystem zur Verfügung stehen muss. Diese Voraussetzung ist nur erfüllt, wenn Sie mit DOS, Windows 3.1 oder Windows 9x/ME arbeiten. Bei Rechnern, auf denen nur Windows NT/2000/XP installiert ist, kann `LOADLIN` überhaupt nicht verwendet werden.

Vorbereitungsarbeiten

Die Verwendung von `LOADLIN` setzt voraus, dass Sie den Device-Namen Ihrer Root-Partition kennen. Wenn Sie nicht sicher sind, führen Sie `df` aus und schreiben Sie den Device-Namen des Dateisystems auf, das an der Stelle `/` gemountet ist (das wäre im folgenden Beispiel `/dev/sda15`).

```
root# df
Filesystem                1024-blocks  Used Available Capacity Mounted on
/dev/sda15                 303251    261723     25867      91% /
/dev/scd0                  584560    584560         0     100% /cdrom
/dev/sda12                 303251    114286    173304      40% /home1
/dev/sda11                 303251    189963     97627      66% /usr/local
```

Des Weiteren benötigen Sie eine Kopie der Kernel-Datei, die unter DOS gelesen werden kann. Sie müssen die Datei also in eine DOS- oder Windows-Partition kopieren. Am einfachsten binden Sie dazu die Partition C: in das Linux-Dateisystem ein und kopieren die Kernel-Datei (zumeist `/boot/vmlinuz`) dorthin. Ein sinnvoller Ort ist das Verzeichnis `C:\LOADLIN`, das Sie gegebenenfalls unter Linux anlegen können. Bei `mount` müssen Sie statt `/dev/sda1` den Namen der ersten DOS-Partition angeben. Wenn Sie den Namen nicht wissen, führen Sie `fdisk -l` aus.

```
root# mkdir /winc
root# mount -t msdos /dev/sda1 /winc
root# mkdir /winc/loadlin
root# cp /boot/vmlinuz /winc/loadlin
root# cp /cdrom/dosutils/loadlin.exe /winc/loadlin
root# umount /winc
```

Loadlin manuell aufrufen

Damit sind die Vorbereitungsarbeiten unter Linux abgeschlossen. Verlassen Sie Linux mit **(Strg)+(Alt)+(Entf)** und booten Sie DOS. (Es reicht nicht, unter Windows ein DOS-Fenster zu öffnen! Bei Windows 95 können Sie sofort unter DOS booten, indem Sie beim Booten **(F8)** drücken und die entsprechende Option wählen.) Unter DOS können Sie `loadlin` jetzt testen:

```
> C:
> CD \LOADLIN
> SMARTDRV /C
> LOADLIN vmlinuz root=/dev/sda15 ro
```

VORSICHT

Beachten Sie, dass Sie nach dem Start von Linux nicht mehr zurück zu DOS kommen. Speichern Sie vorher alle eventuell noch geöffneten Dateien, beenden Sie Windows etc. Falls Sie Windows 3.1 verwenden, bewirkt das Kommando `SMARTDRV /C`, dass alle eventuell noch offenen Schreiboperationen auf der Festplatte durchgeführt werden.

VERWEIS

Der manuelle Aufruf von Loadlin ist eher unbequem. Eine erste Verbesserung könnte darin bestehen, dass Sie eine Batch-Datei schreiben, die den `loadlin`-Start mit allen Parametern erledigt. Noch eleganter ist es freilich, wenn gleich beim Start des Rechners ein Menü erscheint, in dem Sie zwischen DOS/Windows und Linux auswählen können. Eine genaue Beschreibung, wie Sie ein derartiges Menü einrichten können, finden Sie im `Loadlin+Win95/98/ME-mini-HOWTO`.

8.3 GRUB

GRUB steht für *G*Rand *U*nified *B*ootloader. GRUB bietet fast alle Funktionen, die auch LILO bietet: Menü-Steuerung, Hintergrundbild etc. Außerdem hat das Programm keine Probleme mit dem 1024-Zylinder-Limit (d. h. eigentlich bot es schon lange vor LILO eine Lösung zu diesem Problem).

Darüber hinaus bietet GRUB eine Reihe von Vorteilen gegenüber LILO:

- GRUB ist eine Art Minibetriebssystem, das interaktiv bedient werden kann und das mehrere Dateisysteme (darunter `ext2`, `reiserfs` und `vfat`) direkt unterstützt. Aus diesem Grund ist es nicht erforderlich, nach jeder Änderung des Kernels oder der Initial-RAM-Disk-Datei GRUB neu zu installieren – GRUB findet die Bootdateien selbstständig, solange sich ihr Dateiname nicht ändert.

Selbst wenn die Kernel-Datei (etwa nach der Installation einer neuen Version) einen neuen Namen bekommen hat, stellt das kein unüberwindbares Hindernis dar: Der Anwender muss den Dateinamen eben nach dem GRUB-Start selbst angeben. Nach der Angabe der Root-Partition hilft GRUB dabei durch die automatische Ergänzung von Dateinamen mit **(Tab)**. (Bei LILO wären Sie in dieser Situation bereits verloren.)

Noch deutlicher formuliert: Wenn Sie sich eine GRUB-Diskette erstellen, auf der sich alle GRUB-Dateien befinden (eine Anleitung folgt weiter unten), können Sie damit mit etwas Probieren jedes Linux-System booten, bei dem sich die Kernel- und Initial-RAM-Disk-Dateien in ext2- oder reiserfs-Partitionen befinden.

- GRUB kann neben Linux und Windows auch einige andere freie Unix-Systeme starten (z. B. BSD-Varianten und GNU Hurd). GRUB bietet sich also besonders dann an, wenn Sie auf einem Rechner mehrere derartige Betriebssysteme parallel installiert haben.
- GRUB enthält Netzwerkfunktionen, die es ermöglichen, die zum Booten erforderlichen Daten über ein Netzwerk zu laden.

Leider ist GRUB aber auch mit Nachteilen verbunden:

- Die Dokumentation ist bei weitem nicht so klar und umfassend wie bei LILO.
- Es sind noch keine komfortablen Konfigurationswerkzeuge verfügbar.
- Die GRUB-Konfiguration ist schwieriger als die von LILO.
- Es gibt keine einfache Möglichkeit, das Tastaturlayout zu verändern. Deswegen gilt bei der Verwendung von GRUB im interaktiven Modus üblicherweise das US-Tastaturlayout. (GRUB sieht ein Kommando vor, mit dem *einzelnen* Tasten andere Zeichen zugeordnet werden können. Es ist aber schwierig, damit das gesamte Tastaturlayout zu ändern.)
- Wie LILO hat auch GRUB Probleme mit Windows NT/2000/XP. Ob ein Start dieser Betriebssysteme gelingt, hängt von deren Installation ab. Auf einem meiner Testrechner, auf dem neben verschiedenen Linux-Distributionen auch Windows NT 4 und Windows 2000 installiert war, gelang es GRUB nicht, eines der beiden Windows-Betriebssysteme direkt zu starten oder auch nur den Windows-NT-Bootloader auszuführen.
- GRUB sieht keine De-Installation vor. Bei der Installation werden die betreffenden Sektoren der Festplatte überschrieben, ohne eine Sicherheitskopie zu erstellen.

Die zwei letzten Punkte sollten eigentlich schon klar machen, dass die in diesem Buch schon vielfach wiederholte LILO-Warnung auch für GRUB gilt: Lassen Sie nie ein Installationsprogramm GRUB in den Bootsektor (MBR) der Festplatte installieren! Wenn Sie Pech haben, können Sie danach Windows nicht mehr starten.

VORSICHT

Ideal ist eine Installation auf eine Diskette. Die Installationsprogramme mancher Distributionen (z. B. Red Hat 7.2) bieten diese Option aber leider nicht an. Stattdessen gibt es die Option, GRUB in den Bootsektor der Linux-Root-Partition zu installieren (z. B. in den Bootsektor von `/dev/hda7`). Das ist zwar ungefährlich, hilft aber nur dann weiter, wenn Sie später mit einem anderen Programm diese Partition als Bootpartition auswählen können oder wenn Sie diese Partition – z. B. mit `fdisk` – als Default-Bootpartition deklarieren. (Normalerweise gilt `/dev/hda1` als Default-Bootpartition.)

GRUB wurde bis vor kurzem nur von wenigen Distributionen (vor allem Mandrake) unterstützt und hat sich trotz seiner zum Teil überlegenen Funktionen unter Linux nicht so

recht durchsetzen können. Das könnte sich nun aber ändern, weil Caldera mit Version 2.4 und Red Hat mit Version 7.2 von LILO auf GRUB als Default-Bootloader umgestiegen sind. Es ist möglich, dass andere Distributionen diesem Vorbild folgen. (LILO wird meistens weiterhin als zweite Bootvariante unterstützt. Wenn Sie die Wahl haben, empfehle ich Ihnen LILO, weil das Programm ausgereifter ist und weil Sie im Fall von Problemen eher Hilfe bekommen. Aber derartige Empfehlungen sind natürlich immer subjektiv.)

VERWEIS

Dieser Abschnitt bezieht sich auf Version 0.90. Aus Platzgründen werden bei weitem nicht alle Möglichkeiten von GRUB beschrieben, sondern nur die wichtigsten Kommandos und Installationsvarianten vorgestellt.

Die offizielle, aber leider ziemlich unübersichtliche GRUB-Dokumentation können Sie mit `info grub` lesen. Weiters gibt es ein Multiboot-with-GRUB-Mini-HOWTO sowie eine FAQ auf der GRUB-Homepage:

<http://www.gnu.org/software/grub/>

Die besten GRUB-Informationen, die ich im Internet entdecken konnte, befinden sich hier:

<http://www.caldera.com/SxS/grub.htm>

<http://www.linuxgazette.com/issue64/kohli.html>

VORSICHT

Mit den `make`-Dateien des Kernel-Codes wird bei einer Neuinstallation des Kernels unter Umständen automatisch auch LILO neu installiert. Deswegen kann es passieren, dass bei einem Kernel-Update GRUB durch LILO überschrieben wird. Entfernen Sie in solch einem Fall einfach das LILO-Paket von Ihrem Rechner!

Anwendung

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass GRUB bereits erfolgreich installiert wurde (z. B. im Rahmen einer Linux-Installation) und nach dem Neustarten des Rechners am Bildschirm erscheint. Normalerweise ist dann ein Menü zu sehen, aus dem Sie mit den Cursor-Tasten ein Betriebssystem auswählen und mit `(↵)` starten können. All das kennen Sie ja bereits von LILO.

Dass es sehr wohl große Unterschiede gibt, erkennen Sie, wenn Sie versuchen, einen Eintrag des GRUB-Menüs zu verändern (mit `(E)` wie *edit*) oder das Menü ganz verlassen (mit `(C)` wie *command line*). Sie finden sich nun in einer Art Shell wieder, in der Sie über die Tastatur Kommandos eingeben können. Eine Kommandoübersicht gibt `help`. Nähere Informationen zu einem Kommando erhalten Sie mit `help kommando`. Einige Kommandos werden auch im Verlauf dieses Abschnitts vorgestellt. Mit `(Esc)` gelangen Sie jederzeit zurück in das Bootmenü.

GRUB kann durch ein Passwort abgesichert sein. In diesem Fall können Sie die interaktiven Funktionen von GRUB erst verwenden, nachdem Sie (P) gedrückt und dann das Passwort angegeben haben.

Unter GRUB gilt normalerweise das US-Tastaturlayout. Falls Sie mit einer deutschen Tastatur arbeiten, finden Sie auf Seite 97 eine Tabelle zur Eingabe wichtiger Sonderzeichen. Beachten Sie auch, dass (Y) und (Z) vertauscht sind.

Linux-Kernel-Bootoptionen übergeben: Wie bei LILO können Sie auch bei GRUB vor dem Start zusätzliche Kernel-Parameter angeben. Dazu wählen Sie den betreffenden Menüeintrag aus und begeben sich mit (E) in den Edit-Modus. Es werden nun einige Zeilen angezeigt, die so ähnlich wie das folgende Muster aussehen:

```
root (hd1,12)
kernel /boot/vmlinuz-2.4.6-3.1 ro root=/dev/hdb13
initrd /boot/initrd-2.4.6-3.1.img
```

Wählen Sie mit den Cursor-Tasten die `kernel`-Zeile aus und drücken Sie abermals (E), um nun diese Zeile zu verändern, und fügen Sie an das Ende dieser Zeile die zusätzlichen Kernel-Parameter hinzu. Mit (←) bestätigen Sie die Änderung. (Esc) führt zurück zum Bootmenü, wo Sie Linux dann starten. (Die Änderung an den Kernel-Parametern gilt nur für dieses eine Mal, sie wird also nicht bleibend gespeichert.)

Interaktiv Kommandos ausführen: Wenn Sie den interaktiven Modus starten, können Sie die oben aufgezählten Kommandos (`root`, `kernel` etc.) auch manuell ausführen. Wenn Sie anschließend noch `boot` ausführen, wird das so ausgewählte Linux-Betriebssystem tatsächlich gestartet. (Für andere Betriebssysteme variiert die Kommandoabfolge ein wenig.) Dabei ist interessant, dass GRUB für das durch `root` ausgewählte Dateisystem mit (Tab) Dateinamen vervollständigt. Mit `cat` können Sie einzelne Dateien sogar anzeigen. Daneben gibt es noch viele andere Möglichkeiten, auf die hier aber nicht eingegangen wird.

Menü bleibend verändern: GRUB liest das Bootmenü je nach Installation (d. h. je nach Distribution!) aus der Datei `/boot/grub/grub.conf`, `/boot/grub/menu.lst` oder einer Datei mit einem ähnlichen Namen.

Es ist leider nicht möglich, den Ort der Menüdatei nach erfolgter GRUB-Installation festzustellen (das heißt, es gibt keine Konfigurationsdatei, die den Ort der Menüdatei festschreibt). Die Datei muss auf jeden Fall Kommandos wie `title`, `root`, `kernel`, `chainloader` etc. enthalten. Wenn Sie also das Menü verändern möchten, müssen Sie Linux starten, die GRUB-Menüdatei suchen und verändern. GRUB berücksichtigt Ihre Änderungen automatisch ab dem nächsten Start. (Weitere Informationen zum Aufbau der Menüdatei folgen weiter unten.)

GRUB versus LILO (Intern)

Wenn Sie bisher mit LILO gearbeitet haben, müssen Sie vollkommen umdenken. Bei LILO gibt es zwei Programme: Mit dem Kommando `lilo`, das Sie während der Installation unter Linux ausführen, installieren Sie anhand einer Konfigurationsdatei den Bootloader auf eine Diskette oder in den Bootsektor einer Festplatte. Beim Rechnerstart wird der Bootloader (der ebenfalls LILO heißt, aber ganz andere Funktionen als das Kommando `lilo` bietet) ausgeführt.

Bei GRUB gibt es dagegen nur ein Programm! Wenn Sie unter Linux arbeiten, können Sie das Kommando `grub` ausführen. Sie gelangen damit in eine interaktive Shell, die Sie unter anderem zur Installation von `grub` in den Bootsektor einer Festplatte oder Partition verwenden können. Beim Rechnerstart wird exakt dasselbe Programm `grub` ausgeführt. Auch jetzt können Sie diverse Administrationskommandos ausführen – aber im Regelfall werden Sie einfach nur ein Betriebssystem starten wollen.

Um die Unterschiede zusammenzufassen:

- `lilo` ist ein Kommando zur Installation von LILO auf eine Diskette oder Festplatte.
- LILO ist ein winziges Programm zum Start von Linux oder Windows. Das Programm ermöglicht nur minimale interaktive Eingriffe (Auswahl des Betriebssystems, Angabe zusätzlicher Kernel-Optionen).
- GRUB ist ein komplexes Programm (eigentlich ein Mini-Betriebssystem), mit dem Sie einerseits menügesteuert oder interaktiv unterschiedliche Betriebssysteme starten, andererseits aber auch die gesamte GRUB-Installation durchführen können.

Bezeichnung von Festplatten und Partitionen

GRUB kennt eine eigene Nomenklatur zur Bezeichnung von Festplatten und den darauf enthaltenen Partitionen. Die Grundregel lautet, dass die Nummerierung immer mit null beginnt.

GRUB-Partitionsnamen

(hd0)	die erste Festplatte (entspricht <code>/dev/hda</code>)
(hd0, 0)	die erste Partition der ersten Festplatte (<code>/dev/hda1</code>)
(hd2, 7)	die achte Partition der dritten Festplatte
(fd0)	das Diskettenlaufwerk

HINWEIS

Beachten Sie, dass GRUB CD-Laufwerke bei der Nummerierung nicht berücksichtigt!

SCSI-Festplatten werden wie IDE-Festplatten bezeichnet. Wenn sich in einem Rechner sowohl IDE- als auch SCSI-Festplatten befinden, erhalten zuerst die IDE- und dann die SCSI-Festplatten fortlaufende Nummern. (Bei zwei IDE-Festplatten bekommt die erste SCSI-Festplatte daher den Namen (hd2).)

GRUB-Minimalinstallation auf einer Diskette

Um GRUB auf eine Diskette zu installieren, reichen die drei folgenden Kommandos aus. Die Pfadangabe kann je nach Distribution variieren. Verwenden Sie aber nicht die Dateien aus `/boot/grub`, sondern die aus dem GRUB-Installationsverzeichnis! Die `seek`-Option beim zweiten `dd`-Kommando bewirkt, dass der erste Sektor der Diskette mit `stage1` durch das zweite Kommando nicht überschrieben wird.

```
root# cd /usr/share/grub/i386-pc
root# dd if=stage1 of=/dev/fd0 bs=512
root# dd if=stage2 of=/dev/fd0 bs=512 seek=1
```

Wenn Sie Ihren Rechner nun mit dieser Diskette starten, wird GRUB ausgeführt. Mangels Menüs aktiviert GRUB den interaktiven Modus. Sie können nun GRUB-Kommandos ausführen. Um Ihr Linux-System zu starten, geben Sie die folgenden Kommandos ein. (Das Beispiel geht davon aus, dass sich Linux in der Partition `/dev/hdb13` befindet. Beachten Sie, dass Sie innerhalb von GRUB die Taste `(Tab)` wie in einer Linux-Shell zur Vervollständigung von Dateinamen verwenden können. Das ist hilfreich, wenn Sie die genauen Namen der Kernel- und Init-RAM-Disk-Dateien nicht auswendig wissen. Je nach Konfiguration kann es sein, dass Sie weitere Kernel-Parameter angeben müssen, z. B. `ide-scsi`.)

```
grub> root (hd1,12)
Filesystem type is ext2fs, partition type 0x83
grub> kernel /boot/vmlinuz-2.4.6-3.1 ro root=/dev/hdb13
[Linux-bzImage, setup=0x1400, size=0xce7d8]
grub> initrd /boot/initrd-2.4.6-3.1.img
[Linux-initrd @ 0xff93000, 0x4ca81 bytes]
grub> boot
```

Vollständige GRUB-Installation auf einer Diskette

Das obige Beispiel ist zwar für erste GRUB-Experimente geeignet, aber für das tägliche Starten von Linux zu mühsam. Dazu ist die Eingabe der GRUB-Kommandos zu fehleranfällig. Damit auf der Diskette auch ein GRUB-Menü gespeichert werden kann, muss dort ein richtiges Dateisystem eingerichtet werden. (Genau dieser Schritt wurde oben mit den `dd`-Kommandos vermieden.)

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um eine richtige GRUB-Installation durchzuführen: Sie können das Kommando `grub-install` zu Hilfe nehmen oder Sie können `grub` starten und die Installation mit den GRUB-Kommandos `setup` oder `install` durchführen. An dieser Stelle wird ausschließlich die letzte (und leider auch komplizierteste) Variante beschrieben, weil diese zurzeit als einzige die Möglichkeit bietet, GRUB mit einem eigenen Menü zu installieren.

Mit den folgenden Kommandos legen Sie auf einer Diskette ein ext2-Dateisystem an, binden das Dateisystem mit dem Pfad `/floppy` in den Verzeichnisbaum ein, erstellen das

Verzeichnis `/floppy/myboot` und kopieren alle erforderlichen Dateien dorthin: die diversen `*stage*`-Dateien aus dem GRUB-Verzeichnis auf der Festplatte sowie das Programm `grub` selbst.

```
root# mke2fs /dev/fd0
root# mkdir /floppy
root# mount -t ext2 /dev/fd0 /floppy
root# mkdir /floppy/myboot
root# cd /floppy/myboot
root# cp /usr/share/grub/i386-pc/* .
root# cp /sbin/grub .
```

Der nächste Schritt besteht darin, eine minimale GRUB-Menüdatei zu erstellen. Dazu können Sie jeden beliebigen Editor verwenden. Die folgenden Zeilen können nur als Muster dienen. `root` gibt die Partition an, auf der sich der Linux-Kernel befindet (für dieses Beispiel wäre das `/dev/hdb13`). Die Schlüsselwörter `kernel` und `initrd` geben den Ort der Kernel- und Init-RAM-Disk-Dateien an, wobei die Pfadangabe relativ zum `root`-Device ist. Beachten Sie, dass für die Kernel-Parameter (und insbesondere für die Angabe der Kernel-root-Devices) die Linux-Nomenklatur zur Anwendung kommt. Deswegen heißt es hier korrekt `root=/dev/hdb13`!

```
# /floppy/myboot/grub.conf (GRUB menu)
timeout=30
title Linux
    root (hd1,12)
    kernel /boot/vmlinuz-2.4.6-3.1 ro root=/dev/hdb13 hdd=ide-scsi
    initrd /boot/initrd-2.4.6-3.1.img
```

Jetzt müssen Sie nur noch GRUB in den Bootsektor der Diskette installieren. Dazu starten Sie das Programm `grub`:

```
root# cd /floppy/myboot
root# grub
```

Im GRUB-Shell-Modus führen Sie das folgende `install`-Kommando aus. Beachten Sie, dass das gesamte Kommando ohne `\`-Zeichen in einer Zeile angegeben werden muss:

```
grub> install (fd0)/myboot/stage1 (fd0) (fd0)/myboot/stage2 \
    p (fd0)/myboot/grub.conf
grub> quit
```

Dieses vollkommen kryptische Kommando bedarf natürlich einer Erklärung. In allgemeiner Form lautet die Syntax:

```
install stage1 [d] installdevice stage2 p config
```

`stage1` und `stage2` sind zwei unterschiedliche Programmteile, die beide für den Start von GRUB erforderlich sind. Der Dateiname muss jeweils in der vollständigen GRUB-Nomenklatur angegeben werden, damit GRUB weiß, von wo es die Dateien lesen soll. Das Installations-Device gibt an, auf welchem Datenträger `stage1` installiert werden soll.

Die Angabe (fd0) bewirkt, dass `stage1` in den Bootsektor der Diskette geschrieben wird. Dem Installations-Device muss der Buchstabe 'd' vorangestellt werden, wenn es sich beim Datenträger für die Installation und beim Datenträger, der die GRUB-Dateien enthält, um unterschiedliche Festplatten oder Disketten handelt. (Das ist hier nicht der Fall, alle Dateien befinden sich auf der Diskette.)

Glücklicherweise müssen Sie das `install`-Kommando nur ein einziges Mal ausführen. Wenn Sie später das Menü verändern möchten, reicht es aus, die Datei `grub.conf` zu verändern. GRUB hat sich den Dateinamen gemerkt und findet die veränderte Datei selbstständig.

Jetzt können Sie die Diskette aus dem Dateisystem lösen und den Rechner mit der Diskette neu starten. Wenn alles klappt, erscheint ein aus nur einem Eintrag bestehendes Menü, mit dem Sie Linux starten können:

```
root# cd
root# umount /floppy
```

GRUB-Installation in den MBR der Festplatte

VORSICHT

Die Installation von GRUB in den Master-Bootsektor der Festplatte ist eine gefährliche Operation. Wenn dabei etwas schief geht, können Sie Ihren Rechner nicht mehr starten! Es ist daher unbedingt erforderlich, dass Sie vor der Ausführung der folgenden Kommandos eine Bootdiskette erstellen (und testen!), mit der Sie Linux starten können, und dass Sie vom MBR der Festplatte eine Sicherungskopie erstellen (siehe Seite 329), damit Sie diesen zur Not wiederherstellen können. Darüber hinaus ist es eine gute Idee, die nicht ganz unkomplizierte Installation von GRUB zuerst mit einer Diskette üben (siehe oben).

Grundsätzlich erfolgt die GRUB-Installation in den MBR (*Master Boot Record*) der Festplatten wie die GRUB-Installation auf eine Diskette. Dazu kopieren Sie die GRUB-Dateien üblicherweise in das Verzeichnis `/boot/grub`, sofern sie sich noch nicht dort befinden:

```
root# mkdir /boot/grub
root# cp /usr/share/grub/i386-pc/* /boot/grub
```

Anschließend erstellen Sie die GRUB-Menüdatei, deren Aufbau sich nicht von der Diskettenversion unterscheidet. (Weitere Hinweise zu dieser Datei finden Sie im vorherigen Abschnitt zur GRUB-Installation auf eine Diskette.)

```
# /boot/grub/grub.conf (GRUB menu)
timeout=30
title Linux
    root (hd1,12)
    kernel /boot/vmlinuz-2.4.6-3.1 ro root=/dev/hdb13 hdd=ide-scsi
    initrd /boot/initrd-2.4.6-3.1.img
```

Zu guter Letzt starten Sie `grub` und führen dort das folgende `install`-Kommando aus. Beachten Sie, dass das gesamte Kommando ohne `\`-Zeichen in einer Zeile angegeben werden muss. Statt `(hd1,12)` müssen Sie den GRUB-Device-Namen Ihrer Festplattenpartition angeben, auf der sich das `/boot`-Verzeichnis befindet. `(hd0)` bezeichnet den Ort, wohin GRUB installiert werden soll (also die erste Festplatte). Neu ist der Buchstabe 'd', der `(hd0)` vorangestellt wird. Dieser Buchstabe ist immer dann erforderlich, wenn der Installationsort und der Ort der GRUB-Dateien unterschiedlich ist:

```
grub> install (hd1,12)/boot/grub/stage1 \
           d (hd0) \
           (hd1,12)/boot/grub/stage2 \
           p (hd1,12)/boot/grub/grub.conf
grub> quit
```

Aufbau der GRUB-Menüdatei

Dieser Abschnitt beschreibt die wichtigsten Elemente einer GRUB-Menüdatei. Beachten Sie, dass Sie fast alle hier vorgestellten Kommandos auch interaktiv in GRUB ausführen können.

Wenn Sie eine GRUB-Menüdatei rasch testen möchten, starten Sie unter Linux `grub` und führen dort das folgende Kommando aus:

```
configfile (hd1,12)/boot/grub/grub.conf
```

TIPP

Statt `(hd1,12)` müssen Sie den GRUB-Namen für die Festplattenpartition angeben, in der sich die GRUB-Menüdatei befindet. Wenn alles klappt, zeigt GRUB das Menü an. Sie können allerdings kein Betriebssystem tatsächlich starten (weil Linux ja schon läuft).

Aufbau: Grundsätzlich besteht die GRUB-Menüdatei aus einem globalen Bereich, der diverse Defaulteinstellungen enthält, sowie mehreren Menüeinträgen, die jeweils mit der Zeile `title` beginnen. Der nach `title` angegebene Text ist der Inhalt der Menüzeile. Die weiteren Zeilen (bis zur nächsten `title`-Anweisung bzw. bis zum Ende der Datei) sind GRUB-Kommandos, die in dieser Reihenfolge ausgeführt werden. (Wenn Sie die Kommandos interaktiv testen, müssen Sie zusätzlich noch `boot` ausführen. Dieses Kommando muss in der Menüdatei nicht angegeben werden.)

Globaler Bereich: Die folgenden Zeilen erläutern einige Kommandos, die im globalen Bereich der GRUB-Menüdatei vorkommen können. Mit `splashimage` kann eine Hintergrundgrafik angegeben werden. Die Grafik muss 640x480 Pixel groß sein, im XPM-Format (8 Bit pro Pixel) vorliegen und mit `gzip` komprimiert sein.

```
# /boot/grub/grub.conf (globaler Bereich)
default 2      # der dritte Menüeintrag gilt als Default
timeout 30     # 30 Sekunden warten, bevor das
                # Defaultsystem gestartet wird
splashimage=(hd1,12)/boot/grub/splash.xpm.gz
```

Linux starten: Um Linux zu starten, müssen Sie mit `root` die Partition angeben, auf der sich der Linux-Kernel und (falls erforderlich) die Initial-RAM-Disk-Datei befinden. Diese Partition wird für GRUB zur aktiven Partition. Die `kernel`- und `initrd`-Kommandos geben den genauen Ort der Dateien sowie eventuelle Kernel-Optionen an. (Die Angaben beziehen sich auf die durch `root` eingestellte Partition.)

```
# /boot/grub/grub.conf (Linux starten)
title Linux
    root (hd1,12)
    kernel /boot/vmlinuz-2.4.6-3.1 ro root=/dev/hdb13 hdd=ide-scsi
    initrd /boot/initrd-2.4.6-3.1.img
```

Windows starten: Wenn Sie Windows starten möchten, müssen Sie die aktive Partition mit `rootnoverify` statt mit `root` angeben. Das Kommando `chainloader +1` bewirkt, dass der erste Sektor dieser Partition gelesen und ausgeführt wird.


```
# /boot/grub/grub.conf (Windows starten)
title Windows
    rootnoverify (hd0,0)
    chainloader +1
```

Passwortschutz

Die große Flexibilität, die GRUB bietet, ist natürlich zugleich auch eine Gefahrenquelle. Beispielsweise kann der GRUB-Benutzer mit dem Kommando `cat` alle Dateien lesen, die in `ext2`-, `reiserfs`- oder `vfat`-Partitionen gespeichert sind. Deswegen ist es sinnvoll, eine GRUB-Installation durch ein Passwort abzusichern.

Die einfachste Möglichkeit besteht darin, in den globalen Teil der Menüdatei die folgende Zeile einzufügen:

```
# /boot/grub/grub.conf (globaler Bereich)
password abcde
```

Das bewirkt, dass die GRUB-Anwender zwar alle Menükommandos auswählen und ausführen dürfen, dass aber alle anderen interaktiven Möglichkeiten von GRUB gesperrt sind. Wenn Anwender Kernel-Optionen verändern oder andere Kommandos ausführen möchten, müssen sie vorher  und dann das Passwort angeben.

Möglicherweise wollen Sie auch einzelne Menüeinträge mit einem Passwortschutz ausstatten. Dazu fügen Sie unmittelbar nach der `title`-Zeile das Kommando `lock` ein. Dieser Menüeintrag kann dann erst nach der Passwortangabe verwendet werden. (Wenn Sie möchten, dass GRUB ohne Passwort gar nicht verwendet werden kann, müssen Sie alle Menüeinträge mit `lock` absichern.)

Sicherheitsexperten werden angesichts der Klartextangabe des Passworts wahrscheinlich die Stirn runzeln. Jeder, der sich Zugriff zur GRUB-Menüdatei verschafft, kann das Passwort unverschlüsselt lesen. Um auch diese Sicherheitslücke zu schließen, bietet GRUB ab

Version 0.90 die Möglichkeit, das Passwort in verschlüsselter Form anzugeben. Zur Verschlüsselung des Passworts führen Sie entweder in GRUB das Kommando `md5crypt` oder außerhalb das Kommando `grub-md5-crypt` aus. In beiden Fällen werden Sie nun zur Eingabe Ihres Passworts aufgefordert. Als Ergebnis erhalten Sie eine Zeichenkette mit dem verschlüsselten Passwort.

```
root# grub-md5-crypt
Password: xxxxxx
2s34jd8d1f24jkSdF8
```

Diese Zeichenkette geben Sie nun in der Menüdatei an, wobei Sie bei `password` die Option `--md5` verwenden.

```
# /boot/grub/grub.conf (globaler Bereich)
password --md5 2s34jd8d1f24jkSdF8
```

Leider konnte ich den GRUB-Passwortschutz mit Verschlüsselung nicht testen, weil bei der von mir eingesetzten GRUB-Version 0.90 entgegen der mitgelieferten Dokumentation das Kommando `grub-md5-crypt` noch nicht funktionierte. In zukünftigen Versionen sollte dieses Problem aber hoffentlich behoben sein.

8.4 Kernel-Bootoptionen

Bei der Konfiguration von LILO können Sie mit `append` Kernel-Optionen angeben. Derartige Optionen können Sie auch interaktiv beim Start eines Linux-Installationsprogramm oder beim Start von LILO über die Tastatur eintippen. Kernel-Optionen helfen oft dabei, Hardware-Probleme zu umgehen. Wenn der Linux-Kernel beispielsweise nicht erkennt, wie viel RAM Ihr Rechner hat (das ist eigentlich ein BIOS-Problem), können Sie den korrekten Wert mit dem Parameter `mem=` angeben.

```
LILO
boot: {\bfs linux option=parameter1,parameter2 option=parameter ...}
```

VERWEIS

Selbstverständlich bietet auch GRUB die Möglichkeit, zusätzliche Kernel-Bootoptionen anzugeben. Die Vorgehensweise ist auf Seite 349 beschrieben.

Die Parameter zu einer Option müssen ohne Leerzeichen angegeben werden (z. B. `ether=10,0x300,0,0,eth0`). Wenn mehrere Optionen angegeben werden, müssen diese durch Leerzeichen (nicht durch Kommata) voneinander getrennt werden.

Hexadezimale Adressen werden in der Form `0x1234` angegeben. Ohne vorangestelltes `0x` wird die Zahl dezimal interpretiert. Beachten Sie, dass die Reihenfolge der Parameter nicht konsistent ist. Je nach Option wird manchmal zuerst die I/O-Adresse, manchmal zuerst die IRQ-Nummer angegeben.

HINWEIS

Beachten Sie, dass die beim LILO-Start angegebenen Parameter nur Einfluss auf die in den Kernel integrierten Treiber haben! Parameter für Kernel-Module müssen dagegen in der Datei `/etc/modules.conf` angegeben werden. Detaillierte Informationen zu dieser Datei finden Sie im nächsten Kapitel.

VERWEIS

Dieser Abschnitt beschreibt nur die wichtigsten Kernel-Optionen. Erheblich mehr Informationen erhalten Sie mit `man 7 bootparam`. Falls Sie Zugang zum SuSE-Referenzhandbuch haben, lohnt sich das Studium des Kapitels *Kernel-Parameter*, das sehr praxisnahe Informationen enthält. Falls der Linux-Kernel-Code installiert ist, sollten Sie einen Blick in die folgenden Dateien werfen:

```
/usr/src/linux/Documentation/kernel-parameters.txt
/usr/src/linux/Documentation/ide.txt
/usr/src/linux/Documentation/*
/usr/src/drivers/*/README.*
```

Wichtige Kernel-Optionen

`root=/dev/hdb3`

Gibt an, dass nach dem Laden des Kernels die dritte primäre Partition des zweiten IDE-Laufwerks als Root-Dateisystem verwendet werden soll. (Analog können natürlich auch andere Laufwerke (auch SCSI) und Partitionen angegeben werden.) Die Option ist dann sinnvoll, wenn ein bereits installiertes Linux-System über eine Installationsdiskette gebootet werden soll (beispielsweise nachdem durch die Windows-9x-Installation der Bootsektor für LILO zerstört worden ist).

`ro`

Gibt an, dass das Dateisystem read-only gemountet werden soll. Das ist (in Kombination mit einer der beiden folgenden Optionen) praktisch, wenn ein defektes Dateisystem manuell repariert werden muss.

`init`

Nach dem Kernel-Start wird automatisch das Programm `/sbin/init` ausgeführt (Init-V-Prozess, siehe Seite 359). Wenn Sie dies nicht wollen, können Sie mit der Option `init` ein anderes Programm angeben. Mit `init=/bin/sh` erreichen Sie beispielsweise, dass eine Shell gestartet wird. Die Option kann Linux-Profis helfen, ein Linux-System wieder zum Laufen zu bringen, wenn bei der Init-V-Konfiguration etwas schief gegangen ist. Beachten Sie, dass das root-Dateisystem nur read-only zur Verfügung steht (siehe Seite 267), dass in der Konsole das US-Tastatur-Layout gilt, dass die PATH-Variable noch leer ist etc.

`single`

`emergency`

Wenn eine der zwei obigen Optionen verwendet wird, startet der Rechner im Single-User-Modus. (Genau genommen werden diese Optionen nicht vom Kernel ausgewertet, sondern so wie alle unbekannten Optionen an das erste vom Kernel gestartete Programm

weitergegeben. Dabei handelt es sich um `/sbin/init`, das für die Initialisierung des Systems zuständig ist (siehe auch Seite 359).

```
initrd=  
noinitrd
```

Die beiden obigen Optionen bewirken jeweils, dass die zur Verfügung stehende Initial-RAM-Disk *nicht* geladen wird. Das ist dann sinnvoll, wenn Sie in dieser Datei einen Fehler vermuten oder wenn Sie eine Installations-CD-ROM zum Start eines schon vorhandenen Linux-Systems verwenden möchten. (Bei einer Installations-CD-ROM enthält die Initial-RAM-Disk unter anderem das Installationsprogramm, das Sie aber nicht ausführen möchten.)

```
mem=128M
```

Gibt an, dass der Rechner mit 128 MByte RAM ausgestattet ist. Die Option kann bei manchen Rechnern mit mehr als 64 MByte RAM erforderlich sein, weil deren BIOS maximal 64 MByte meldet. Die Angabe erfolgt in kByte (wie im Beispiel oben) oder in MByte (mit einem großen M). Achtung: Bei manchen Systemen wird der oberste Bereich des RAMs dazu verwendet, um das BIOS dorthin zu kopieren. Daher kann es sein, dass bei einem System mit 96 MByte RAM tatsächlich etwas weniger Speicher zur Verfügung steht.

```
maxcpus=1
```

Wenn Sie bei einem Multiprozessorsystem Bootprobleme haben, können Sie mit dieser Option die Anzahl der genutzten Prozessoren auf 1 reduzieren.

```
reserve=0x300,0x20
```

Gibt an, dass die 32 Bytes (hexadezimal 0x20) zwischen 0x300 und 0x31F von keinem Hardware-Treiber angesprochen werden dürfen, um darin nach irgendwelchen Komponenten zu suchen. Die Option ist bei manchen Komponenten notwendig, die auf solche Tests allergisch reagieren. Die Option tritt im Regelfall in Kombination mit einer zweiten Option auf, die die exakte Adresse der Komponente angibt, die diesen Speicherbereich für sich beansprucht.

```
NOPCMCI=1
```

Nur bei SuSE bewirkt die Zuweisung eines beliebigen Werts an die Option `NOPCMCI`, dass während des Init-V-Prozesses auf den Start des `pcmcia`-Scripts verzichtet wird. (Damit ist die automatische Erkennung von PCMCIA-Karten abgeschaltet.)

IDE-Festplatten: Parameter für Festplatten werden in der Form `hdx=option` angegeben. `hda` steht für die erste Festplatte, `hdb` für die zweite usw. (Genau genommen bezeichnen die Buchstaben a, b, c, d etc. das erste Gerät am ersten Controller, das zweite Gerät am ersten Controller, das erste/zweite Gerät am zweiten Controller etc. Je nachdem, ob und wie das CD-ROM-Laufwerk angeschlossen ist, kann die zweite Festplatte ohne weiteres auch `hdc` heißen.)

Parameter für den oder die Festplatten-Controller werden mit `iden=` angegeben; hier kann für *n* ein Wert zwischen 0 und 3 verwendet werden. (Ein Controller steuert jeweils zwei Platten, also `ide1` für `hdc` und `hdd`. Die meisten IDE-Controller entsprechen zwei

herkömmlichen Controllern und können daher vier Platten steuern.) Es dürfen mehrere Optionen hintereinander angegeben werden.

`hdx=noprobe`

Keinen Test durchführen, ob die Platte existiert bzw. wie groß sie ist. (Die Platte kann dennoch verwendet werden, wenn die Geometrie durch die folgende Option explizit angegeben wird.)

`hdx=1050,32,64`

Die Festplatte hat 1050 Zylinder, 32 Köpfe und 64 Sektoren. Diese Angaben sind nur erforderlich, wenn Linux die Geometrie der Festplatte nicht selbst erkennt.

`hdd=ide-scsi`

Mit dieser Option wird das IDE-Laufwerk als SCSI-Gerät gekennzeichnet. Das ist bei CD-R-Laufwerken sinnvoll (siehe Seite 1010).

TIP

Sie können die unter DOS gültige Geometrie auch mit dem Programm `DPA-RAM.COM` ermitteln. Das Programm wird unter DOS mit dem Parameter `0x80` (für die erste Platte) oder `0x81` (zweite Platte) gestartet und liefert als Ergebnis die Anzahl der Zylinder, Köpfe und Sektoren. Das Programm befindet sich auf vielen Linux-CDs im Verzeichnis `dosutils`.

`ide=nodma`

Mit dieser Option wird der DMA-Modus für den Zugriff auf IDE-Geräte deaktiviert. Das ist hilfreich, wenn es Probleme beim Festplattenzugriff gibt und der DMA-Modus per Default aktiv ist (z. B. bei Red Hat 7.1).

8.5 Init-V-Prozess

Dieser Abschnitt beschreibt die Vorgänge, die zwischen dem Einschalten Ihres Rechners und der Login-Aufforderung stattfinden. Nach dem Start des Kernels kann dieser vorläufig nur im Read-Only-Modus auf die Root-Partition zugreifen. Als erstes Programm startet der Kernel das Programm `/sbin/init`. Das Programm `init` kümmert sich dann um die Basiskonfiguration des Systems (Einbinden von Dateisystemen) und den Start zahlloser Dämonen (mit Netzwerkfunktionen, zur Druckerunterstützung usw.).

Die Details der Ausführung des Programms `init` hängen von der jeweiligen Distribution ab. Zwar orientieren sich fast alle Distributionen am System-V-Init-Prozess, wie er auf vielen anderen Unix-Rechnern üblich ist. Dennoch gibt es Unterschiede: insbesondere in welchen Verzeichnissen sich welche Init-Dateien befinden, mit welchen Nummern oder Buchstaben die so genannten Runlevel bezeichnet sind, welche Konfigurationsdateien berücksichtigt werden etc.

Dieser Abschnitt gibt zuerst einen allgemeinen Überblick über den Init-V-Prozess. Am Ende des Abschnitts finden Sie einige Ergänzungen zu den Varianten von Mandrake, Red

Hat und SuSE. Wenn Sie eine andere Distribution verwenden, müssen Sie die Details des Init-V-Prozesses selbst erforschen oder in der Dokumentation nachlesen.

VORSICHT

Versuchen Sie nie, ein Init-V-Paket einer anderen Distribution zu installieren! Auch bei der manuellen Veränderung der Dateien, die den Init-Prozess betreffen, ist allergrößte Vorsicht geboten! Wenn Sie Pech haben, können Sie nach einer inkorrekten Änderung Linux nicht mehr hochfahren. Damit fehlt also auch die Möglichkeit, Ihren Fehler zu korrigieren! (Abhilfe: Versuchen Sie als Erstes, im Single-User-Modus zu starten, indem Sie im LILO als zusätzlichen Bootparameter `single` oder `emergency` angeben. Hilft auch das nichts, müssen Sie mit einer Installationsdiskette booten, das Root-System von Hand mounten und die Reparatur so durchführen. Auf den meisten Installationsdisketten fehlt allerdings ein (brauchbarer) Editor – sorgen Sie also dafür, dass Sie zumindest Backup-Dateien aller veränderten Dateien besitzen.)

VERWEIS

Im folgenden Text ist ständig von Script-Dateien die Rede. Ein Script ist ein meist kleines Programm, das von einem Interpreter ausgeführt wird. Bei allen in diesem Abschnitt behandelten Script-Programmen dient die `bash` als Interpreter. Die `bash` wird unter Linux primär als Kommandointerpreter verwendet (vergleichbar mit `COMMAND.COM` unter DOS). Diese interaktive Verwendung der `bash` ist in Kapitel 20 beschrieben. Eine Einführung in die `bash`-Programmierung finden Sie in Kapitel 21.

Init-V-Überblick

Damit Sie nicht beim Lesen in den Details verloren gehen, folgt zunächst ein kurzer Überblick über einen normalen Linux-Systemstart:

- LILO oder ein anderer Boot-Loader lädt und startet den Kernel.
- Der Kernel startet das Programm `/sbin/init`.
- `init` wertet die Konfigurationsdatei `/etc/inittab` aus.
- `init` führt ein Script zur Systeminitialisierung aus.
- `init` führt das Script `/etc/rc.d/rc` aus.
- `rc` startet diverse Script-Dateien, die sich im Verzeichnis `/etc/rc.d/rcn.d` befinden. (n ist der Runlevel – siehe unten.)
- Die Script-Dateien im Verzeichnis `/etc/rc.d/rcn.d` starten verschiedene Systemdienste (insbesondere alle Dämonen für die Netzwerkfunktionen).

Runlevel

Der Kernel startet `/sbin/init` als erstes Programm. Dabei werden alle nicht ausgewerteten Kernel-Parameter weitergegeben. Auf diese Weise kann beispielsweise erreicht werden, dass Linux im Single-User-Modus gestartet wird. (Details siehe in der man-Page zu `init`.)

`init` ist also der erste laufende Prozess. Alle weiteren Prozesse werden entweder direkt von `init` oder indirekt durch Subprozesse von `init` gestartet. (Wenn Sie `ps tree` ausführen, erkennen Sie sofort die dominierende Rolle von `init` – siehe Seite 301.) Beim Herunterfahren des Rechners ist `init` der letzte noch laufende Prozess, der sich um das korrekte Beenden aller anderen Prozesse kümmert.

Für das Verständnis der System-V-Mechanismen ist der Begriff des Runlevels von zentraler Bedeutung: Sie können Ihren Rechner in unterschiedlichen Runleveln betreiben:

- Runlevel 1: Single-User
- Runlevel 2: Multi-User ohne Netzwerk
- Runlevel 3: Multi-User mit Netzwerk, aber ohne automatischen X-Start
- Runlevel 5: Multi-User mit Netzwerk und automatischen X-Start

Für den Shutdown sind die Runlevel 0 und 6 reserviert:

- Runlevel 1: Shutdown mit Halt
- Runlevel 6: Shutdown mit Reboot

Der Runlevel 4 hat üblicherweise keine Funktion.

VORSICHT

Die Runlevel-Nummerierung ist zwischen den Distributionen leider uneinheitlich. Die obige Liste gilt für aktuelle Mandrake-, Red-Hat- und SuSE-Distributionen. Debian verwendet andere Run-Level. Die jeweilige Bedeutung der Runlevel ist immer in `/etc/inittab` dokumentiert.

Default-Runlevel: Der Default-Runlevel wird durch die `initdefault`-Zeile in `/etc/inittab` bestimmt. Bei den meisten aktuellen Distributionen gilt 5 als Default-Runlevel.

TIPP

Der Default-Runlevel bestimmt, ob der Login nach dem Start des Rechners im Textmodus oder unter X erscheint. Um zwischen Text- und X-Login umzuschalten, ändern Sie einfach `n` in der Zeile `id:n:initdefault:`.

`root` kann den Runlevel auch im laufenden Betrieb durch das Kommando `init x` verändern. (Für `x` muss eine Zahl oder ein Buchstabe angegeben werden, die bzw. der den Runlevel beschreibt.) Beispielsweise ist es für manche Wartungsarbeiten sinnvoll, in den Single-User-Modus zu wechseln. Auch durch `shutdown` und `(Strg)+(Alt)+(Entf)` wird der Runlevel verändert.

Inittab

Beim Systemstart wird `init` durch die Datei `/etc/inittab` gesteuert. Für die Syntax der `inittab`-Einträge gilt folgendes Schema:

```
id-code:runlevel:action:command
```

id-code besteht aus zwei Zeichen, die die Zeile eindeutig identifizieren. Der runlevel gibt an, für welchen Runlevel der Eintrag gilt. action enthält eine Anweisung für init. command gibt an, welches Linux-Kommando oder Programm gestartet werden soll.

Die folgende Liste zählt die wichtigsten action-Schlüsselwörter auf (eine vollständige Beschreibung erhalten Sie mit `man inittab`):

inittab-Schlüsselwörter

<code>ctrlaltdel:</code>	<code>gibt an, wie init auf (Strg)+(Alt)+(Entf) reagieren soll.</code>
<code>initdefault:</code>	<code>definiert den Default-Runlevel für init (siehe oben).</code>
<code>once:</code>	<code>init startet das angegebene Kommando beim Runlevel-Wechsel.</code>
<code>respawn:</code>	<code>init startet das Kommando nach seinem Ende wieder neu.</code>
<code>sysinit:</code>	<code>init startet das Kommando einmal während des Bootprozesses.</code>
<code>wait:</code>	<code>init wartet auf das Ende des nachfolgenden Kommandos.</code>

Das folgende Listing gibt die leicht gekürzte `inittab`-Datei von Red Hat wieder. Als Default-Runlevel gilt 5. Bei einem normalen Systemstart führt `init` die Script-Dateien `rc.sysinit` und das Kommando `rc 5` aus. Außerdem wird der `update`-Dämon gestartet. (Bei manchen Distributionen heißt dieses Programm `bdflush`. Unabhängig vom Namen ist es dafür zuständig, dass gepufferte Datenblöcke regelmäßig auf der Festplatte gesichert werden.) Schließlich wird für die Textkonsolen 1 bis 6 das Programm `mingetty` gestartet, das einen Login ermöglicht. (Wenn Sie mehr Textkonsolen haben möchten, ist hier der richtige Ort für Veränderungen.)

```
# /etc/inittab für Red Hat 7.2
# 0 - Halt                4 - unbenutzt
# 1 - Single-User         5 - X11
# 2 - Multi-User ohne NFS 6 - Reboot
# 3 - Multi-User mit NFS
# Default-Runlevel
id:5:initdefault:

# Systeminitialisierung nach einem Reboot
# (Dateisystem testen, eventuell fsck ausführen, Swapping aktivieren,
# alle in fstab genannten Dateisysteme einbinden)
si::sysinit:/etc/rc.d/rc.sysinit

# Start des jeweiligen Runlevel
# (Start von Netzwerkdiensten und anderen Systemprozessen (Dämonen))
10:0:wait:/etc/rc.d/rc 0
11:1:wait:/etc/rc.d/rc 1
12:2:wait:/etc/rc.d/rc 2
13:3:wait:/etc/rc.d/rc 3
14:4:wait:/etc/rc.d/rc 4
15:5:wait:/etc/rc.d/rc 5
16:6:wait:/etc/rc.d/rc 6
```

```
# bei jedem Runlevel starten
# (der update-Dämon kümmert sich um das regelmäßige Speichern
# gepufferter Datenblöcke auf der Festplatte)
ud::once:/sbin/update

# Reaktion auf <Strg>+<Alt>+<Entf>:
# (in 3 Sekunden Shutdown einleiten, Rechner dann neu starten)
ca::ctrlaltdel:/sbin/shutdown -t3 -r now

# gettys (Terminal-Emulatoren) für die Textkonsolen starten
1:2345:respawn:/sbin/mingetty tty1
2:2345:respawn:/sbin/mingetty tty2
3:2345:respawn:/sbin/mingetty tty3
4:2345:respawn:/sbin/mingetty tty4
5:2345:respawn:/sbin/mingetty tty5
6:2345:respawn:/sbin/mingetty tty6

# nur in Runlevel 5: xdm/kdm/gdm starten (X-Login-Manager)
x:5:respawn:/etc/X11/prefdm -nodaemon
```

TIPP

Beim Start von mingetty wird der Bildschirm gelöscht. Dagegen wäre an sich nichts einzuwenden, allerdings gehen damit auch die letzten Meldungen des Startprozesses verloren, die manchmal durchaus wichtig sind. Sie können dieses Verhalten vermeiden, wenn Sie bei mingetty für die erste Konsole die Option `--noclear` verwenden, also:

```
1:12345:respawn:/sbin/mingetty --noclear tty1
```

Systeminitialisierung

Noch bevor die im nächsten Abschnitt beschriebenen rc-Dateien die runlevel-spezifischen Dienste starten oder stoppen, wird unmittelbar nach dem Rechnerstart eine Systeminitialisierung durchgeführt (si:-Zeile in inittab). Der Name des Scripts hängt von der Distribution ab:

Mandrake, Red Hat: `/etc/rc.d/rc.sysinit`
 SuSE: `/etc/init.d/boot`

Während der Systeminitialisierung werden unter anderem folgende Dinge erledigt:

- diverse Systemvariablen initialisieren (inklusive Host- und Domainname)
- `/proc`-Dateisystem aktivieren
- Datum und Uhrzeit einstellen
- eventuell RAID und LVM aktivieren
- Tastaturlayout für die Textkonsole einstellen
- Swap-Partitionen einbinden

- Dateisystem der root-Partition (und eventuell auch die von weiteren Partitionen) überprüfen (`fsck`)
- ISA-Plug&Play-Hardware-Komponenten initialisieren: `isapnp` konfiguriert Plug&Play-Komponenten auf der Basis der Datei `/etc/isapnp.conf`. Diese Datei kann durch `pnpdump` erzeugt werden und muss dann manuell editiert werden. Falls Sie ISA-Plug&Play-Karten verwenden, sollten Sie einen Blick in die man-Texte von `isapnp`, `pnpdump` und `isapnp.conf` werfen.
- Root-Partition im Read-Write-Modus neu einbinden
- eventuell Quota für die Root-Partition aktivieren
- Kernel-Module laden (`/etc/modules.conf`)
- Partitionen einbinden (keine NFS-Partitionen, weil Netzwerkdienste noch nicht zur Verfügung stehen)

Beachten Sie, dass nicht alle der hier beschriebenen Aufgaben direkt vom Systeminitialisierungsscript durchgeführt werden. Zum Teil werden auch andere Script-Dateien eingelesen. Dabei ist die Schreibweise `.name` üblich. (Der Punkt bewirkt, dass die angegebene Datei an dieser Stelle gelesen und ausgeführt wird. Anschließend wird das Script fortgesetzt.)

rc-Dateien

Während der Systeminitialisierung werden nur die Dinge erledigt, die während des Rechnerstarts nur einmal getan werden (z. B. das Einbinden der Partitionen). Alle Systemprozesse, die nur bei Bedarf (je nach Runlevel) gestartet werden sollen und die vielleicht später (bei einem Runlevel-Wechsel) wieder beendet werden sollen, werden dagegen in zahllosen `rc`-Script-Dateien gestartet bzw. wieder gestoppt.

Dazu wird von `init` das Script `/etc/rc.d/rc` ausgeführt. An `rc` wird der gewünschte Runlevel `n` übergeben. `rc` führt zuerst einige Initialisierungsarbeiten durch. Dann werden alle `rcn.d/K*-Script`-Dateien zum Beenden laufender Prozesse ausgeführt. Schließlich werden alle `rcn.d/S*-Script`-Dateien zum Starten der neuen Prozesse für den jeweiligen Runlevel ausgeführt.

Der wesentliche Vorteil dieses auf ersten Blick unübersichtlichen Systems besteht darin, dass es sehr einfach ist, neue Systemprozesse in den Init-V-Prozess einzubauen: Es müssen lediglich die `rc`-Start- und Stopp-Scripts in die richtigen Verzeichnisse kopiert werden. (Genau das geschieht, wenn Sie mit `rpm` einen neuen Netzwerk-Server installieren.) Die folgende Aufstellung (Red Hat) zeigt, welche Script-Dateien für einige ausgewählte Runlevel ausgeführt werden.

rc1.d (Single-User)				
K03rhnscd	K20ppoe	K60crond	K86nfslock	K95kudzu
K05anacron	K20rwhod	K60lpd	K87portmap	S00single
K10xfs	K25sshd	K65identd	K88syslog	S17keytable
K15gpm	K30sendmail	K74apmd	K90mysql	
K15httpd	K44rawdevices	K74nscd	K90network	
K20isdn	K50xinetd	K75netfs	K92ipchains	
K20nfs	K60atd	K80random	K92iptables	

rc5.d (Multi-User mit Netzwerk und X)

K03rhnsd	S08iptables	S25netfs	S80isdn	S90xfs
K20nfs	S10network	S26apmd	S80pppoe	S95anacron
K20rwhod	S12syslog	S40atd	S80sendmail	S99local
K65identd	S13portmap	S55sshd	S85gpm	
K74nscd	S14nfslock	S56rawdevices	S85httpd	
S05kudzu	S17keytable	S56xinetd	S90crond	
S08ipchains	S20random	S60lpd	S90mysql	

rc6.d (Reboot)

K03rhnsd	K20nfs	K60atd	K80random	K92iptables
K05anacron	K20pppoe	K60crond	K86nfslock	K95kudzu
K05keytable	K20rwhod	K60lpd	K87portmap	S00killall
K10xfs	K25sshd	K65identd	K88syslog	S01reboot
K15gpm	K30sendmail	K74apmd	K90mysql	
K15httpd	K44rawdevices	K74nscd	K90network	
K20isdn	K50xinetd	K75netfs	K92ipchains	

Genau genommen befinden sich in den `rcn.d`-Verzeichnissen nicht unmittelbar die Script-Dateien, sondern lediglich Links darauf. Das hat den Vorteil, dass die Script-Dateien für mehrere Runlevel verwendet und zentral verändert werden können. Die eigentlichen Script-Dateien sind im Verzeichnis `/etc/rc.d/init.d` gespeichert (SuSE: `/etc/init.d`).

Die Namen der Links sind keineswegs so willkürlich, wie sie aussehen: Der Anfangsbuchstabe gibt an, ob es sich um ein Start- oder Kill-Script handelt. (Die S- und K-Links verweisen auf dieselbe Datei; allerdings wird das Script je nach Anfangsbuchstabe von `rc` mit dem Parameter `start` oder `stop` ausgeführt.) Die nachfolgende Nummer bestimmt die Reihenfolge, in der die Script-Dateien ausgeführt werden. (`sendmail` kann beispielsweise erst dann gestartet werden, wenn die Netzwerk-Software schon läuft.)

Ein gemeinsames Merkmal aller Runlevel-Script-Dateien besteht darin, dass sie wahlweise mit den Parametern `start` oder `stop` ausgeführt werden (je nachdem, ob die Funktion gestartet oder beendet werden soll). Fallweise sind auch die Parameter `status`, `restart` und `reload` vorgesehen. Das ist dann sinnvoll, wenn einzelne Funktionen nach der Veränderung von Konfigurationsdateien manuell neu gestartet werden sollen (also ohne einen Runlevel-Wechsel).

TIPP

Je nach Distribution werden verschiedene Programme mitgeliefert, um den Init-V-Prozess zu konfigurieren, beispielsweise `ksysv` (KDE), `tksysv` (Tcl/Tk), `chkconfig` (Mandrake und Red Hat), `serviceconf` (Red Hat) und `drakxservices` (Mandrake).

VERWEIS

Eine Kurzbeschreibung der wichtigsten Dämonen, die durch `rc`-Script-Dateien gestartet werden, finden Sie auf Seite 309. Dort fehlt allerdings die Beschreibung des `network`-Scripts – und zwar deswegen, weil es sich dabei um keinen Dämon handelt. Das `network`-Script initialisiert vielmehr die Netzwerkfunktionen (Netzwerkarten, Routing etc.). Detaillierte Informationen zu diesem Script finden Sie auf Seite 605.

Noch ein Hinweis zu den Parametern `restart` und `reload`, die an die meisten Script-Dateien übergeben werden dürfen:

`reload` bietet sich dann an, wenn geänderte Konfigurationsdateien neu eingelesen werden sollen, ohne den Dämon dabei ganz zu stoppen.

`restart` bewirkt dagegen meistens, dass der Dämon vollkommen gestoppt und anschließend neu gestartet wird. Eventuell vorhandene Verbindungen zu Clients können dabei verloren gehen.

Beachten Sie, dass `reload` bei manchen Dämonen nicht vorgesehen ist oder nicht funktioniert! Verwenden Sie in diesem Fall `restart` oder zur Not zuerst `stop` und dann `start`. Den Parameter `restart` sollten Sie auch verwenden, wenn Sie die Konfigurationsdateien verschoben, kopiert etc. haben (z. B. bei einem Backup) – bei `reload` besteht die Gefahr, dass die Backup-Datei statt der neuen Konfigurationsdatei eingelesen wird!

Red-Hat-Besonderheiten

Interaktiver Init-V-Prozess: Falls während der Systeminitialisierung die Taste **(I)** gedrückt wurde, wird mit `touch` die Datei `/var/run/confirm` erzeugt; die Existenz dieser Datei wird von `/etc/rc.d/rc` überprüft. Falls sie existiert, erscheint in der Folge bei der Ausführung aller `rcn.d`-Script-Dateien eine Rückfrage (YES/NO/CONTINUE, wobei CONTINUE bedeutet, dass die weiteren Script-Dateien ohne Rückfrage ausgeführt werden sollen).

Der interaktive Modus ist praktisch, wenn der Rechner während des Init-V-Prozesses hängen bleiben sollte. In diesem Fall kann das betreffende Init-Script herausgefunden und übersprungen werden. Beachten Sie aber, dass der interaktive Modus erst nach dem Ende der Systeminitialisierung wirksam wird. Tritt bereits dort ein Problem auf, haben Sie darauf keinen Einfluss.

chkconfig: Das Kommando `chkconfig` ermöglicht eine effiziente Verwaltung der Runlevel-Scripts. Mit der Option `--list` gibt das Kommando eine Übersicht über alle Scripts und zeigt an, in welchem Runlevel sie gestartet werden.

```
root# chkconfig --list
alsa          0:off  1:off  2:on   3:on   4:on   5:on   6:off
anacron       0:off  1:off  2:on   3:on   4:on   5:on   6:off
atd           0:off  1:off  2:off  3:off  4:off  5:off  6:off
crond         0:off  1:off  2:on   3:on   4:on   5:on   6:off
cups          0:off  1:off  2:on   3:on   4:on   5:on   6:off
...
xfs           0:off  1:off  2:on   3:on   4:on   5:on   6:off
xinetd        0:off  1:off  2:off  3:on   4:on   5:on   6:off
```

```
xinetd based services:
  chargen-udp:      off
  chargen:          off
  cups-lpd:         off
  ...
  time:             off
```

Mit `--del` kann der Start eines Runlevel-Scripts generell verhindert werden. (Das Script selbst bleibt erhalten, nur die Links in den `rcn.d`-Verzeichnissen werden gelöscht.)

```
root# chkconfig --del kudzu
```

`chkconfig --add` fügt für alle Runlevel Start- und Stopp-Links für einen neuen Service ein. (Damit das funktioniert, muss in den Kommentarzeilen des Init-V-Scripts angegeben sein, für welche Level das Script per Default gestartet werden soll.)

Die Optionen `--add` und `--del` funktionieren auch für `xinetd`-Dienste – siehe Seite 792.

Wenn ein Script in bestimmten Leveln gestartet bzw. gestoppt werden soll, kann die neue Konfiguration mit `--level` definiert werden. Die folgenden Kommandos veranschaulichen die Syntax:

```
root# chkconfig --level 012346 xfs off
root# chkconfig --level 5 xfs on
root# chkconfig --list xfs
xfs    0:off  1:off  2:off  3:off  4:off  5:on   6:off
```

serviceconf: Beginnend mit Red Hat 7.2 steht zur Init-V-Administration auch das X-Programm `serviceconf` zur Verfügung. Es ermöglicht es, einzelne Dämonen und `xinetd`-Netzwerkdienste manuell zu starten, zu stoppen oder neu zu starten. Außerdem können Sie für einen vorher ausgewählten Runlevel per Mausklick angeben, welche Dienste per Default gestartet werden sollen.

Automatische Hardware-Erkennung (kudzu): Im Rahmen des Init-V-Prozesses versucht das System automatisch, Veränderungen an der eingebauten bzw. angeschlossenen Hardware zu erkennen – siehe Seite 454.

Runlevel-Wechsel: Bei einem Runlevel-Wechsel werden nur solche Funktionen gestoppt, die im vorigen Runlevel gestartet wurden, im neuen Runlevel aber nicht mehr benötigt werden. Ebenso werden nur solche Funktionen neu gestartet, die bisher noch nicht aktiv waren. Um das festzustellen, wird beim Start jedes Systemprozesses eine Datei in `/var/lock/subsys` angelegt. Diese Datei wird beim Ende des Prozesses wieder gelöscht.

Lokale Anpassung: In der Datei `/etc/rc.d/rc.local` können lokale Anpassungen an den Init-V-Prozess durchgeführt werden. Das Script sollte ausschließlich Kommandos enthalten, die nur ein einziges Mal beim Systemstart (nicht aber bei jedem Runlevel-Wechsel) ausgeführt werden sollen. `rc.local` wird nach allen `rc`-Scripts ausgeführt.

Weitere Informationen über das Konzept des Red-Hat-Init-V-Prozesses finden Sie im Verzeichnis `/usr/share/doc/initscripts`.

Mandrake-Besonderheiten

Mandrake verwendet im Wesentlichen dieselben Init-V-Skripts wie Red Hat, sodass die oben beschriebenen Besonderheiten auch für Mandrake gelten. Es gibt aber auch ein paar Abweichungen, die hier dokumentiert sind.

drakxservices: Mit diesem Programm können sowohl Init-V-Skripts als auch `xinetd`-Dienste aktiviert bzw. deaktiviert werden. Soweit die Einstellungen Init-V-Skripts betreffen, werden die Änderungen gleichermaßen für die Runlevel 2 bis 5 durchgeführt. (Für manche Dienste – etwa für den X-Font-Server `xf s` – ist diese Vorgehensweise allerdings nicht sinnvoll.)

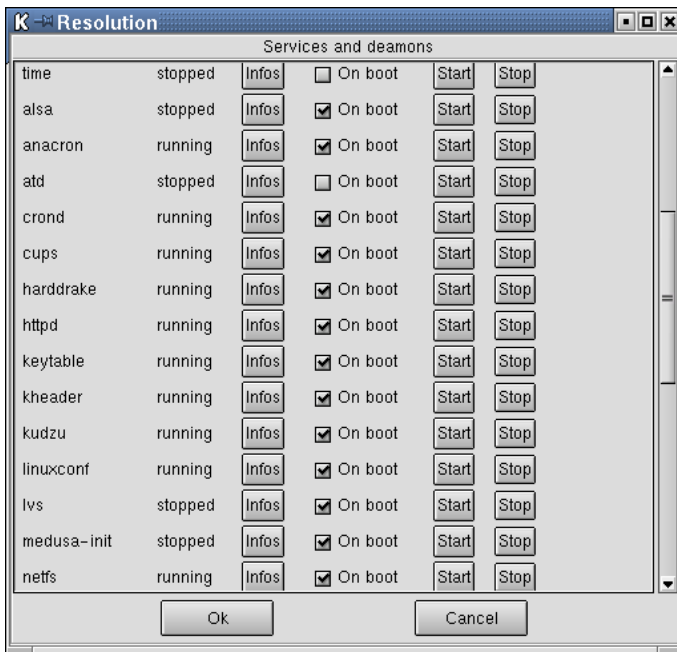


Abbildung 8.1: Steuerung der Init-V-Dämonen und der `xinetd`-Dienste mit `drakxservices`

Automatische Hardware-Erkennung (harddrake): Das Programm `harddrake` übernimmt bei Mandrake dieselben Aufgaben wie `kudzu` bei Red Hat – siehe Seite 454.

Grafischer Init-V-Prozess (Aurora): Bei Mandrake erscheinen die Kernel- und Init-V-Meldungen im Grafikmodus. (Das setzt eine VESA-kompatible VGA-Karte voraus.) Der

aktuelle Status des Startprozesses wird durch Icons symbolisiert, die mit der Maus angeklickt werden können. Mandrake verwendet dazu das Programm Aurora:

<http://aurora.mini.dhs.org/>

Aurora wird in `/etc/rc.d/rc` gestartet. Wenn Sie ohne Aurora starten möchten, wählen Sie im LILO-Menü einfach die Variante `nonfb`. Wenn Sie Aurora ganz deaktivieren möchten, entfernen Sie die Option `vga=778` aus `/etc/lilo.conf` und führen Sie `lilo` neuerlich aus. Damit wird der Rechner im Text- statt im Grafikmodus gestartet. Sie können natürlich auch das Paket Aurora deinstallieren.

SuSE-Besonderheiten

Init-V-Script-Dateien: Die Dateien befinden sich in `/etc/init.d`. (Bei früheren SuSE-Versionen befanden sie sich in `/sbin/init.d`.)

inittab: YaST bzw. `SuSEconfig` ändern `/etc/inittab` ungefragt und überschreiben u.U. Ihre eigenen Änderungen. Wenn Sie das nicht wollen, müssen Sie in `/etc/rc.config` die Einstellung `CHECK_INITTAB="no"` verwenden.

rc.config: SuSE verwendet bis Version 7.3 `/etc/rc.config` sowie die Dateien im Unterverzeichnis `/etc/rc.config.d` als zentrale Konfigurationsdateien. Diese Konfigurationsdateien werden üblicherweise mit YaST verändert; sie werden von fast allen Scripts des Init-V-Prozesses berücksichtigt.

Ab Version 8.0 befinden sich die meisten Konfigurationseinstellungen in den Dateien des Verzeichnisses `/etc/sysconfig` (siehe auch Anhang C).

Wenn Sie die Konfigurationsdateien mit einem Editor verändern, müssen Sie anschließend das Programm `SuSEconfig` ausführen, damit die neuen Einstellungen auch auf andere Systemdateien übertragen werden. (Wenn Sie `rc.config` via YaST verändern, wird `SuSEconfig` automatisch ausgeführt.)

Lokale Anpassung: In der Datei `/etc/rc.d/boot.local` können lokale Anpassungen an den Init-V-Prozess durchgeführt werden. Das Script sollte ausschließlich Kommandos enthalten, die nur ein einziges Mal beim Systemstart (nicht aber bei jedem Runlevel-Wechsel) ausgeführt werden sollen. Ein typischen Beispiel sind `modprobe`-Anweisungen, um ein ganz bestimmtes Kernel-Modul zu laden. `boot.local` wird vor den `rc`-Scripts ausgeführt.

Wenn Sie eigene Runlevel-Funktionen in den Init-V-Prozess integrieren möchten, sollten Sie als Vorbild für die Start-/Stoppagei das Muster `/etc/init.d/skeleton` verwenden. SuSE-konforme Runlevel-Dateien können mit den Parametern `start`, `stop`, `restart`, `reload`, `probe` und `status` ausgeführt werden.

insserv: Um Links von `/etc/rc.d/rcn.d` auf ein neues Init-V-Script zu setzen, können Sie einfach das Kommando `insserv scriptname` ausführen. `insserv` wertet die

Kommentare innerhalb des Scripts aus, die angeben, für welche Runlevel das Script ausgeführt werden soll.

Runlevel-Wechsel: Bei einem Runlevel-Wechsel testet `/etc/rc.d/rc` durch einen Vergleich der Verzeichnisse `/etc/rc.d/rcneu.d` und `rcalt.d`, welche Funktionen sich durch den Runlevel-Wechsel ändern. Nur solche Funktionen werden gestoppt (Script-Dateien `rcalt.d/K*`) bzw. neu gestartet (`rcneu.d/S*`). Funktionen, die durch den neuen Runlevel-Wechsel unverändert bleiben, werden nicht gestoppt und neu gestartet.

Splash-Bildschirm: Seit SuSE 7.2 werden die Meldungen während des Systemstarts auf einer grafisch verzierten Textkonsole ausgegeben, die als Splash-Bildschirm bezeichnet wird. Dazu hat SuSE die entsprechenden Funktionen in den Kernel integriert. Der Splash-Bildschirm erscheint automatisch, wenn der VGA-Modus 771 verwendet wird. Wenn Sie den Splash-Bildschirm deaktivieren möchten, verwenden Sie entweder einen anderen VGA-Modus oder die Kernel-Option `splash=0`.

```
# in /etc/lilo.conf
# SuSE-Splash-Bildschirm deaktivieren
vga = normal
...
image = ...
    append = "splash=0"
```

VERWEIS

Weitere Informationen zum SuSE-Systemstart finden Sie in der Datei `/etc/init.d/README` bzw. in der Manualseite zu `init.d`.

8.6 Logging-Dateien und Kernel-Meldungen

Linux protokolliert in so genannten Logging-Dateien sehr viele Operationen: Kernel-Meldungen, das Ein- und Ausloggen von Benutzern, viele Netzwerkoperationen (z. B. die Herstellung einer Internet-Verbindung) etc. Die Logging-Dateien befinden sich üblicherweise im Verzeichnis `/var/log` (manchmal auch in `/var/adm/log`). Logging-Dateien sind sehr oft ein wichtiges Hilfsmittel zur Fehlersuche.

Für das Logging sind zwei so genannte Dämonen (im Hintergrund laufende Systemprozesse) zuständig, die beide im Rahmen des Init-V-Prozesses gestartet werden:

- `klogd` ist für Kernel-Meldungen zuständig.
- `syslogd` protokolliert die Meldungen diverser Programme. Der Dämon wird durch die Datei `/etc/syslog.conf` gesteuert. In dieser Datei können Sie einstellen, was in welche Datei protokolliert werden soll.

Protokollierung des Startprozesses

Während des Linux-Starts huschen bei älteren Distributionen seitenweise Kernel- und Init-V-Meldungen über den Bildschirm. Bei moderneren Distributionen sieht diese Anzeige zwar grafisch ansprechend aus, dennoch ist es fast unmöglich, die dargestellten Informationen aufzunehmen. Daher ist es wichtig, dass die dargestellten Meldungen protokolliert werden.

Kernel-Meldungen: In der ersten Phase des Startprozesses versucht der Linux-Kernel die Hardware zu erkennen. Die dabei angezeigten Meldungen können Sie im laufenden Betrieb jederzeit mit dem Kommando `dmesg` anzeigen. Im Folgenden sind einige Zeilen für Kernel 2.4 abgedruckt.

```
user$ dmesg
Linux version 2.4.4-4GB (root@Pentium.suse.de) (gcc version 2.95.3
 20010315 (SuSE)) #1 Wed May 16 00:37:55 GMT 2001
BIOS-provided physical RAM map:
 BIOS-e820: 0000000000000000 - 0000000000009fc00 (usable)
 BIOS-e820: 0000000000009fc00 - 000000000000a0000 (reserved)
 ...
Kernel command line:
  auto BOOT_IMAGE=linux ro root=34b BOOT_FILE=/boot/vmlinuz
Initializing CPU#0
Detected 400.917 MHz processor.
Console: colour dummy device 80x25
Calibrating delay loop... 799.53 BogoMIPS
Memory: 254252k/262132k available (1225k kernel code,
 7492k reserved, 933k data, 112k init, 0k highmem)
...
PCI: PCI BIOS revision 2.10 entry at 0xf0550, last bus=1
PCI: Using configuration type 1
PCI: Probing PCI hardware
...
hda: IBM-DHEA-38451, ATA DISK drive
hdb: Maxtor 33073U4, ATA DISK drive
hdc: IBM-DHEA-38451, ATA DISK drive
hdd: Pioneer DVD-ROM ATAPIModel DVD-103S 011, ATAPI CD/DVD-ROM drive
...
Partition check:
 hda: hda1 hda2 < hda5 hda6 hda7 hda8 hda9 hda10 hda11
      hda12 hda13 > hda3
 hdb: hdb1 hdb2 < hdb5 hdb6 hdb7 hdb8 hdb9 hdb10 hdb11 >
 hdc: hdc1 hdc2 < hdc5 hdc6 hdc7 hdc8 hdc9 hdc10 hdc11 hdc12 >
...
```

Beachten Sie, dass der durch `dmesg` dargestellte Zwischenspeicher für Kernel-Meldungen begrenzt ist. Wenn dieser Speicher voll ist, werden die ältere Meldungen überschrieben. Da der Kernel auch im laufenden Betrieb Meldungen produziert, werden Sie ein vollständiges Protokoll der Startmeldungen mit `dmesg` nur unmittelbar nach dem Sys-

temstart erhalten. Aus diesem Grund werden die Kernel-Meldungen bei den meisten Distributionen auch in eine Datei geschrieben:

Red Hat, Mandrake: `/var/log/dmesg`

SuSE: `/var/log/boot.msg` (enthält auch Init-V-Meldungen)

Init-V-Meldungen: Sobald der Kernel läuft, beginnt der Init-V-Prozess. Auch dessen Meldungen werden in einer Datei gespeichert. Abermals hängt der Ort von der Distribution ab:

Red Hat, Mandrake: `/var/log/boot.log`

SuSE: `/var/log/boot.msg` (enthält auch Kernel-Bootmeldungen)

Bei Red Hat und Mandrake wird `boot.log` bei jedem Rechnerstart ergänzt. Die Datei enthält daher Init-V-Meldungen von vielen Rechnerstarts und -stopps. Bei SuSE wird `boot.msg` dagegen bei jedem Neustart neu initialisiert. Die Meldungen des letzten Starts finden Sie in `boot.msg`.

Administration der Logging-Dateien

Logging-Dateien haben die unangenehme Eigenschaft, dass ihre Größe allmählich ins Uferlose wächst. Daher ist es hin und wieder notwendig, mit einer neuen Logging-Datei zu beginnen. Die bisherige Logging-Datei sollte bei dieser Gelegenheit umbenannt und möglichst auch komprimiert werden. Das ergibt dann Dateien wie `messages.1.gz`, `messages.2.gz` etc. Bei den meisten Distributionen kümmert sich ein `cron`-Job um diese Arbeit:

Mandrake/Red Hat: `/etc/cron.daily/logrotate` ruft das Programm `logrotate` auf, das durch die Dateien `/etc/logrotate.conf` und `/etc/logrotate.d/*` gesteuert wird.

Bei Mandrake können Sie zum Lesen der Protokolldateien das Programm `logdrake` verwenden – siehe Seite 1192.

SuSE: `/etc/cron.daily/aaa_base_rotate_logs` enthält selbst den Code zur Bearbeitung der Log-Dateien; die Steuerung erfolgt durch `/etc/rc.config` und `/etc/logfiles`.

TIPP

Werfen Sie hin und wieder einen Blick in das `/var/log`-Verzeichnis und löschen Sie alte, nicht mehr benötigte Logging-Dateien!

Kapitel 9

Kernel, Module und Bibliotheken

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit drei sehr systemnahen Themen: mit der Verwaltung von Bibliotheken, mit dem Umgang mit Kernel-Modulen und schließlich mit der Kompilierung eines eigenen Kernels.

Bibliotheken sind erforderlich, damit Programme ausgeführt werden können. Fast alle Linux-Programme greifen auf Funktionen zurück, die in Bibliotheken definiert sind. Abschnitt 9.1 führt in die unter Linux übliche Bibliotheksverwaltung ein.

Module sind Teile des Kernels, die bei Bedarf geladen werden – etwa wenn eine bestimmte Hardware-Komponente zum ersten Mal angesprochen wird. Abschnitt 9.2 erklärt, warum das meistens automatisch funktioniert und was Sie tun müssen, wenn der Automatismus versagt.

Abschnitt 9.3 beschreibt, wie Sie den Linux-Kernel selbst neu kompilieren können (und warum das eher selten erforderlich ist).

9.1 Bibliotheken

Praktisch alle Linux-Programme verwenden dieselben Standardfunktionen, beispielsweise zum Zugriff auf Dateien, zur Ausgabe am Bildschirm, zur Unterstützung von X etc. Es wäre sinnlos, wenn jedes noch so kleine Programm all diese Funktionen unmittelbar im Code enthalten würde – riesige Programmdateien wären die Folge. Stattdessen bauen die meisten Linux-Programme auf so genannten *shared libraries* auf: Bei der Ausführung eines Programms werden automatisch auch die erforderlichen Libraries (Bibliotheken) geladen. Der Vorteil: Wenn mehrere Programme Funktionen derselben Library nutzen, muss die Library nur einmal geladen werden.

Bibliotheken spielen eine zentrale Rolle dabei, ob und welche Programme auf Ihrem Rechner ausgeführt werden können. Fehlt auch nur eine einzige Bibliothek (bzw. steht sie in einer zu alten Version zur Verfügung), kommt es sofort beim Programmstart zu einer Fehlermeldung. Damit Sie in solchen Fällen nicht ganz hilflos den Tiefen der Linux-Internas ausgeliefert sind, vermittelt dieser Abschnitt einige Grundlageninformationen zu Bibliotheken.

Dynamisch und statisch gelinkte Programme

Die meisten Linux-Programme greifen auf *shared libraries* zurück. Das spart sowohl Festplattenkapazität (weil die Binärdateien der Programme kompakt sind) als auch RAM (weil derselbe Code nicht mehrfach geladen werden muss). Für MS-Windows-Programmierer: Shared Libraries sind in ihrem Konzept mit MS-Windows-DLLs (Dynamic Link Libraries) zu vergleichen.

Beim Kompilieren eines Programms besteht aber auch die Möglichkeit, Libraries statisch zu linkern. Das bedeutet, dass die Library-Funktionen direkt in den Programmcode integriert werden. Das Programm ist dadurch umfangreicher, dafür aber nicht von irgendwelchen Libraries abhängig. Das ist vor allem zur Systemwartung recht brauchbar (wenn aus irgendeinem Grund die Shared Libraries nicht vorhanden sein sollten). Zum Teil stehen aus diesem Grund einige ganz elementare Programme in einer statischen Version zur Verfügung.

Lange Zeit waren es auch rechtliche Gründe, weswegen oft statisch gelinkte Programme verwendet wurden: Die früher recht wichtige Motif-Library durfte nämlich bis Ende Mai 2000 nur gegen die Zahlung von Lizenzgebühren weitergegeben werden. (Mittlerweile hat sich die Lizenz geändert, es dürfen nun auch die Motif-Bibliotheken unter bestimmten Voraussetzungen frei weitergegeben werden – siehe <http://www.openmotif.org>.) Statisch gelinkte Programme mit der Motif-Library waren dagegen schon immer frei. Das bekannteste Beispiel für ein statisch gelinktes Motif-Programm ist Netscape bis Version 4.n.

Bibliotheksformate und -versionen

Im Laufe der Linux-Geschichte hat es zweimal eine ebenso grundlegende wie inkompatible Veränderung der Linux-Bibliotheken gegeben.

- Zuerst erfolgte ein Wechsel der Bibliotheken vom so genannten a.out-Format in das ELF-Format.
- Etwas später begann die Umstellung von der Bibliothek libc 5 auf die glibc 2, die auch unter dem Namen libc 6 angesprochen wird. (Mittlerweile ist glibc 2.2 aktuell.)

In beiden Fällen gab es technische Gründe für den Bibliothekswechsel. Die jeweils neuen Formate bzw. Versionen ermöglichen eine bessere Verwaltung der Libraries, neue Funktionen, eine bessere Kompatibilität zwischen den verschiedenen Linux-Plattformen (Intel, Sun-Sparc, DEC-Alpha) etc.

Das Problem bei den Bibliotheksumstellungen besteht darin, dass kompilierte Programme nur dann ausgeführt werden können, wenn die dazu passenden Bibliotheken installiert sind und auch gefunden werden können. Der Versuch, ein glibc-Programm auf einer alten Distribution ohne glibc-Unterstützung auszuführen, endet mit der folgenden kryptischen Fehlermeldung:

```
root# programmxy
bash: /usr/local/bin/programmxy: No such file or directory
```

Bibliotheken automatisch laden

Sofern Sie Linux nur als Anwender nutzen (nicht als Programmierer), werden Sie mit Bibliotheken eigentlich nur dann konfrontiert, wenn sie fehlen. Meistens treten solche Probleme auf, wenn Sie ein neues Programm nachträglich installieren. Beim Versuch, das Programm zu starten, tritt eine Fehlermeldung auf, in der das Fehlen einer bestimmten Library angezeigt wird. (Aktuelle Programmversionen sind oft mit der allerneuesten Version der jeweiligen Bibliothek gelinkt, die auf Ihrem Rechner vielleicht noch nicht installiert ist. Bei älteren Programmversionen kann gerade das Gegenteil der Fall sein. Sie sind womöglich noch mit einem alten Bibliothekstyp gelinkt, der von Ihrer Distribution gar nicht mehr unterstützt wird.)

Bibliotheksliste feststellen: Dem Kommando `ldd` wird als Parameter der vollständige Dateiname des Programms übergeben. Als Reaktion listet `ldd` alle Libraries auf, die das Programm benötigt. Außerdem wird angegeben, wo sich eine passende Library befindet und welche Libraries fehlen bzw. nur in einer veralteten Version zur Verfügung stehen.

```
user$ ldd /bin/cp
libc.so.6 => /lib/libc.so.6 (0x40024000)
/lib/ld-linux.so.2 => /lib/ld-linux.so.2 (0x40000000)

user$ ldd /usr/bin/emacs
libXaw3d.so.7 => /usr/X11R6/lib/libXaw3d.so.7 (0x40024000)
libXmu.so.6 => /usr/X11R6/lib/libXmu.so.6 (0x4007c000)
```

```
libXt.so.6 => /usr/X11R6/lib/libXt.so.6 (0x40092000)
libSM.so.6 => /usr/X11R6/lib/libSM.so.6 (0x400e0000)
libICE.so.6 => /usr/X11R6/lib/libICE.so.6 (0x400ea000)
libXext.so.6 => /usr/X11R6/lib/libXext.so.6 (0x40102000)
libX11.so.6 => /usr/X11R6/lib/libX11.so.6 (0x40110000)
libncurses.so.5 => /lib/libncurses.so.5 (0x401f3000)
libm.so.6 => /lib/libm.so.6 (0x4023d000)
libc.so.6 => /lib/libc.so.6 (0x4025d000)
libXpm.so.4 => /usr/X11R6/lib/libXpm.so.4 (0x4037a000)
/lib/ld-linux.so.2 => /lib/ld-linux.so.2 (0x40000000)
```

Das Kommando `cp` benötigt zur Ausführung lediglich die Bibliotheken `libc` und `ld`, während der Editor Emacs eine ganze Palette von Libraries benötigt. (Noch viel länger wird die Bibliotheksliste bei KDE- und Gnome-Programmen. Das ist auch der Grund, weswegen der Start dieser Programme relativ lange dauert.)

Wenn `ldd` das Ergebnis *not a dynamic executable* liefert, handelt es sich um ein Programm, das alle erforderlichen Bibliotheken bereits enthält (ein statisch gelinktes Programm). Ein Beispiel dafür ist Netscape 4.*n*.

Bibliotheksnamen: Kurz einige Informationen zur Nomenklatur der Libraries: Das Kürzel `.so` weist darauf hin, dass es sich um eine Shared Library handelt (im Gegensatz zu `.a` für statische Libraries). Die folgende Ziffer gibt die Hauptversionsnummer an. `ls` benötigt also Version 6 der `libc`-Bibliothek.

In den typischen Library-Verzeichnissen (zumeist `/lib`, `/usr/lib`, `/usr/local/lib`, `/usr/X11R6/lib` und `/opt/lib`) befinden sich oft Links von der Library-Hauptversion auf die tatsächlich installierte Library. So benötigt `cp` (siehe oben) die Bibliothek `ld-linux.so.2`. Tatsächlich ist am Rechner aber die aufwärtskompatible Version `ld-2.2.2.so` installiert.

```
user$ ls -l /lib/ld*
-rwxr-xr-x 1 root 100793 Mai 11 16:50 /lib/ld-2.2.2.so
lrwxrwxrwx 1 root      11 Jun  5 16:32 /lib/ld-linux.so.2 -> ld-
2.2.2.so
```

Programmstart: Beim Start eines Programms ist der so genannte *runtime linker* `ld.so` dafür zuständig, alle Bibliotheken zu finden und zu laden. `ld.so` berücksichtigt dabei alle in der Umgebungsvariable `LD_LIBRARY_PATH` enthaltenen Verzeichnisse. (Die Verzeichnisse müssen durch Doppelpunkte getrennt sein.)

Außerdem wertet der Linker die Datei `/etc/ld.so.cache` aus. Dabei handelt es sich um eine Binärdatei mit allen relevanten Bibliotheksdaten (Versionsnummern, Zugriffspfaden etc.). Der einzige Zweck dieser Datei besteht darin, dem Linker eine langwierige Suche nach den Bibliotheken zu ersparen.

`/etc/ld.so.cache` wird vom Programm `ldconfig` erzeugt. `ldconfig` wertet seinerseits `/etc/ld.so.conf` aus. Diese Datei enthält eine Liste mit allen Bibliotheksverzeichnissen. (Die Verzeichnisse `/lib` und `/usr/lib` werden auf jeden Fall berücksichtigt und fehlen daher meistens in `ld.so.conf`.) Bei manchen Distributionen wird

`ldconfig` bei jedem Rechnerneustart ausgeführt, um so sicherzustellen, dass die Cache-Datei auf dem aktuellsten Stand ist.

Bei Red Hat 7.2 sieht die Konfigurationsdatei `/etc/ld.so.conf` beispielsweise so aus:

```
/usr/kerberos/lib
/usr/X11R6/lib
/usr/lib/qt-2.3.1/lib
```

HINWEIS

`ldconfig` muss unbedingt ausgeführt werden, wenn neue Bibliotheken manuell installiert werden! (Andernfalls sind die Bibliotheken für das System nicht sichtbar.) Falls sich die Bibliothek in einem neuen Verzeichnis befindet, muss außerdem die Datei `/etc/ld.so.conf` ergänzt werden. Wenn Sie ein RPM-Paket mit Bibliotheken installieren, kümmert sich in der Regel der Paketmanager bzw. das Setup-Programm um diese Aufgaben.

9.2 Kernel-Module

Dieser und der nächste Abschnitt beschäftigen sich mit dem Kernel. Der Kernel ist jener Teil von Linux, der für elementare Funktionen wie Speicherverwaltung, Prozessverwaltung, Zugriff auf Festplatten und Netzwerkkarten etc. zuständig ist. Der Linux-Kernel verfolgt dabei ein modularisiertes Konzept: Anfänglich – also beim Hochfahren des Rechners – wird ein Basis-Kernel geladen, der nur jene Funktionen enthält, die zum Rechnerstart erforderlich sind.

Wenn im laufenden Betrieb Zusatzfunktionen benötigt werden (z. B. für spezielle Hardware), wird der erforderliche Code als Modul mit dem Kernel verbunden. Werden diese Zusatzfunktionen eine Weile nicht mehr benötigt, kann das Modul wieder aus dem Kernel entfernt werden. Dieses modularisierte Konzept hat viele Vorteile:

- Kernel-Module können nach Bedarf eingebunden werden. Wenn ein bestimmtes Modul nur selten benötigt wird, kann so Speicher gespart werden, d. h. der Kernel ist nicht größer als unbedingt notwendig und optimal an die Hardware des Nutzers angepasst.
- Bei einer Änderung der Hardware (z. B. einer neuen Netzwerkkarte) muss kein neuer Kernel kompiliert, sondern nur das entsprechende Modul eingebunden werden. Bei den meisten Linux-Distributionen erfolgt das automatisch.
- Bei der Entwicklung eines Kernel-Moduls muss nicht ständig der Rechner neu gestartet werden. Es reicht, ein Modul neu zu kompilieren. Anschließend kann es bei laufendem Betrieb getestet werden.
- Hardware-Hersteller können Module als Binärdateien zur Unterstützung ihrer Hardware zur Verfügung stellen, ohne dass sie den Code freigeben müssen. Das ist bisher allerdings nur sehr vereinzelt geschehen und birgt natürlich auch viele Nachteile in sich. (Wenn ein Fehler entdeckt wird, kann dieser nur vom Hersteller, nicht aber vom Anwender korrigiert werden, weil der Quellcode nicht verfügbar ist.)

Dafür, dass Kernel-Module tatsächlich automatisch geladen werden, sobald sie benötigt werden, ist seit Kernel 2.2 die (in den Kernel integrierte Komponente) `kmod` verantwortlich. Bei älteren Kernen übernimmt der externe Kernel-Dämon `kerneld` dieselbe Aufgabe. Sowohl `kmod` als auch `kerneld` werden durch die Datei `/etc/modules.conf` gesteuert.

VERWEIS

Im Mittelpunkt dieses Abschnitts steht der Umgang mit Modulen, d. h. deren manuelle oder automatische Einbindung. Der nächste Abschnitt beschreibt, wie der Kernel (samt allen dazugehörenden Modulen) neu kompiliert werden kann. Dabei besteht auch die Möglichkeit, einzelne Module direkt in den Kernel zu integrieren.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in den `man`-Seiten zu den unten vorgestellten Modulkommandos, im `Kernel`-Mini-HOWTO sowie in den Dateien `/usr/src/linux/Documentation/modules.txt` und `./kmod.txt`.

Kommandos zur Modulverwaltung

Alle gängigen Distributionen sind so eingerichtet, dass Module automatisch gestartet werden. Ein Beispiel: Sie binden mit `mount` eine CD-ROM in Ihr Dateisystem ein. Daraufhin wird automatisch das `isofs`-Modul aktiviert, das zum Lesen des ISO-9660-Dateisystems der CD-ROM erforderlich ist.

Im Regelfall erfolgt die Modulverwaltung also automatisch und transparent, ohne dass Sie mit den im Folgenden beschriebenen Kommandos zur manuellen Modulverwaltung eingreifen müssen. Sollte es aber einmal nicht funktionieren (etwa nach einem nicht ganz geglückten Kernel-Update), sollten Sie die Modulkommandos kennen, um Module zur Not auch manuell laden zu können.

Alle Module befinden sich im Verzeichnis `/lib/modules/n`. Dabei ist `n` die Version des laufenden Kernels (siehe `uname -r`).

<code>/lib/modules/n/kernel</code>	Kernel-Module
<code>/lib/modules/n/misc</code>	diverse Zusatzmodule (z.~B. ALSA-Sound)
<code>/lib/modules/n/pcmcia</code>	PCMCIA-Zusatzmodule (Notebooks)
<code>/lib/modules/n/xy</code>	Hardware-spezifische Zusatzmodule

`insmod modulname [option=wert ...]`

Integriert das angegebene Modul in den Kernel. Der Modulname wird ohne Pfadinformationen und ohne die Kennung `.o` angegeben, also beispielsweise `insmod nfs` für das NFS-Modul. Zusätzlich können Parameter (Optionen) an das Modul übergeben werden. Falls Sie hexadezimale Werte angeben möchten, müssen Sie `0x` voranstellen, also etwa `option=0xff`. (Die zur Auswahl stehenden Parameter können Sie mit `modinfo` ermitteln – siehe etwas weiter unten.)

Mit `insmod -f` versucht das Kommando, ein Modul selbst dann zu laden, wenn es nicht für die laufende Kernel-Version kompiliert wurde. Ob das tatsächlich funktioniert, hängt

davon ab, ob es zwischen der Kernel- und der Modul-Version irgendwelche Inkompatibilitäten gibt. Die Option ist vor allem dann sinnvoll, wenn Hardware-Hersteller ein Modul nur als Binärversion (ohne Quellcode) zur Verfügung stellen. Dieses Modul ist nur in seltenen Glücksfällen gerade für die von Ihnen verwendete Kernel-Version kompiliert. Mit `-f` bringen Sie das Modul vielleicht dennoch zum Laufen.

```
modprobe modulname [option=wert ...]
```

`modprobe` ist eine erweiterte Variante von `insmode`. Das Kommando beachtet Modulabhängigkeiten und lädt gegebenenfalls auch alle Module, die als Voraussetzung für das gewünschte Modul benötigt werden. Außerdem werden alle in `/etc/modules.conf` angegebenen Modulooptionen berücksichtigt.

`modprobe -c` zeigt alle zurzeit gültigen Modulooptionen und anderen Einstellungen an. Diese Einstellungen ergeben sich sowohl aus den Defaulteinstellungen des Quelltexts des `modutils`-Pakets als auch aus den Einstellungen in `/etc/modules.conf`.

`modprobe` funktioniert nur, wenn die Abhängigkeitsdatei `/lib/modules/n/modules.dep` existiert (siehe `depmod` etwas weiter unten).

```
rmmod modulname
```

Entfernt das angegebene Modul wieder aus dem Kernel und gibt den belegten Speicher frei. Das Kommando kann nur erfolgreich ausgeführt werden, wenn das Modul gerade nicht verwendet wird. `rmmod -a` entfernt alle zurzeit nicht benötigten Module aus dem Speicher.

```
lsmod
```

`lsmod` liefert eine Liste aller momentan in den Kernel integrierten Module.

```
depmod
```

`depmod -a` erzeugt die Modulabhängigkeitsdatei `modules.dep` im Verzeichnis `/lib/modules/n`. Dabei werden die in den Modulen definierten und genutzten Symbole ausgewertet. Außerdem wird die Datei `/etc/modules.conf` berücksichtigt.

`modules.dep` wird normalerweise bereits bei der Installation der Kernel-Module erstellt. Es besteht selten die Notwendigkeit, `depmod` manuell auszuführen.

```
modinfo
```

`modinfo` hilft dabei, Informationen über ein bestimmtes Modul zu ermitteln. Dazu zählen der vollständige Dateiname, der Autor, eine Kurzbeschreibung sowie eine Liste aller Parameter, die das Modul kennt. Das folgende Beispiel zeigt die Informationen zum Modul `8139too` für Netzwerkkarten mit dem RealTek-Chip RTL 8139. Für den Parameter `max_interrupt_work` kann eine ganze Zahl angegeben werden.

```
root# modinfo 8139too
filename:      /lib/modules/2.4.4-4GB/kernel/drivers/net/8139too.o
description:   "RealTek RTL-8139 Fast Ethernet driver"
author:        "Jeff Garzik <jgarzik@mandrakesoft.com>"
parm:          multicast_filter_limit int
parm:          max_interrupt_work int
parm:          media int array (min = 1, max = 8)
parm:          full_duplex int array (min = 1, max = 8)
```

kmod

kmod ist kein unabhängiges Programm, sondern ein Bestandteil ab Kernel 2.2. Es lädt im laufenden Betrieb von Linux automatisch jene Module, die gerade benötigt werden (etwa um auf ein CD-ROM-Laufwerk zuzugreifen). kmod berücksichtigt dabei die Modulkonfigurationsdatei `/etc/modules.conf` (über den Umweg von `modprobe`). kmod löst das Programm `kernelld` ab, das diese Aufgabe für Kernel-Version 2.0 erfüllt hat. kmod kümmert sich allerdings im Gegensatz zu `kernelld` nicht darum, ungenutzte Kernel-Module wieder aus dem Speicher zu entfernen.

Modulkonfiguration (modules.conf)

Normalerweise funktioniert die Modulverwaltung wie von Zauberhand: Wenn Sie `mount /cdrom` (oder ein vergleichbares Kommando) ausführen, wird automatisch das Modul für das CD-ROM-Dateisystem geladen. Falls es sich beim CD-ROM-Laufwerk um ein SCSI-Laufwerk handelt, wird auch das SCSI-Modul aktiviert (falls es nicht ohnedies schon geladen ist). Während der Initialisierung der Netzwerkfunktionen wird automatisch der erforderliche Treiber für Ihre Ethernet-Karte geladen.

Damit dies alles wie hier beschrieben funktioniert, berücksichtigt kmod zahlreiche Defaulteinstellungen, die im `modutils`-Paket für `depmod` definiert sind. Darüber hinausgehende Einstellungen müssen in der Datei `/etc/modules.conf` durchgeführt werden (bei älteren Distributionen: `/etc/conf.modules`). Darum kümmern sich zumeist die Installations- und Konfigurationsprogramme Ihrer Distribution. Leider funktioniert das nicht immer – besonders dann nicht, wenn Sie Hardware verwenden, die von Ihrer Distribution nicht erkannt wird (z. B. einen Scanner). In solchen Fällen müssen Sie `modules.conf` selbst anpassen.

Falls Ihre Distribution die `devfs`-Funktionen nutzt (ab Kernel 2.4), steuert die Datei `/etc/modules.devfs`, welche Module beim Zugriff auf welche Device-Dateien geladen werden sollen. Weitere Informationen zu `devfs` finden Sie auf Seite 227.

Syntax

`/etc/modules.conf` enthält im Wesentlichen drei Typen von Kommandos:

- **alias**-Anweisungen geben an, für welche Devices welche Kernel-Module eingesetzt werden. Ein Beispiel: Für das Device `/dev/eth0` soll das Modul `8139too` verwendet werden.

```
alias eth0 8139too
```

- **options**-Anweisungen geben an, mit welchen Optionen ein bestimmtes Modul geladen werden soll. Die folgende Anweisung bewirkt, dass das Modul `ne` (für NE-2000-kompatible Ethernet-Karten) mit der Option `io=0x300` geladen wird.

```
options ne io=0x300
```

- **path**-Anweisungen geben an, in welchem Verzeichnis sich die Kernel-Module befinden. Normalerweise lautet dieses Verzeichnis `/lib/modules/n`, wobei *n* die vollständige Kernel-Nummer ist (z. B. 2.4.5). **path**-Anweisungen sind nur notwendig, wenn die Module an einem anderen Ort installiert sind. Das folgende Beispiel gibt an, wo sich die Module für verschiedene Dateisysteme befinden. Dabei wird `uname` verwendet, um die Kernel-Nummer festzustellen.

```
path[fs]=/lib/modules/`uname -r`
```

Daneben gibt es noch zahlreiche weitere Kommandos, die aber nur in Ausnahmefällen benötigt werden (etwa `post-install` mit der Angabe eines Kommandos, das nach dem Laden eines bestimmten Moduls automatisch ausgeführt werden soll). Weitere Informationen bekommen Sie mit `man modules.conf`.

HINWEIS

`/etc/modules.conf` kann je nach Distribution eine Datei mit wenigen Zeilen (Red Hat, Mandrake) oder eine mit Hunderten von Zeilen sein (SuSE). Bei der ersten Variante verlässt sich die Distribution auf die Default-Einstellungen von `modprobe`. Der Vorteil: `modules.conf` ist übersichtlicher, was die Fehlersuche sehr erleichtert. Der Nachteil: Die Modulverwaltung ist stark von den Defaulteinstellungen abhängig, die sich je nach Kernel-Version immer wieder ändern können.

Wenn Sie wissen möchten, welche Defaulteinstellungen gelten, benennen Sie `modules.conf` vorübergehend um und führen dann `modprobe -c` aus.

HINWEIS

Wenn Sie möchten, dass beim Rechnerstart ein bestimmtes Kernel-Modul geladen wird (z. B. das Modul für eine SCSI-Karte des Scanners), fügen Sie `modprobe modulname` in die dafür vorgesehene Init-V-Datei ein:

Mandrake/Red Hat: `/etc/rc.d/rc.local`

SuSE: `/etc/init.d/boot.local`

Beispiele

SCSI-Karte: Wenn Ihr Rechner mit einer SCSI-Karte ausgestattet ist, muss das entsprechende Modul mit dem Low-Level-Driver zum Zugriff auf SCSI-Komponenten geladen werden. Die zur Auswahl stehenden Module befinden sich in `/lib/modules/n/kernel/drivers/scsi/`. Das richtige Modul geht normalerweise aus der Bezeichnung der SCSI-Karte hervor. Falls Sie keine SCSI-Karte verwenden, geben Sie statt des Modulnamens `off` an. Die `modules.conf`-Zeile sieht folgendermaßen aus (hier für eine Adaptec-SCSI-Karte):

```
alias scsi_hostadapter aic7xxx
```

Dieser `alias`-Eintrag bewirkt *nicht*, dass das Modul tatsächlich beim Rechnerstart sofort geladen wird! Erst wenn ein Programm zum ersten Mal auf ein SCSI-Device zugreift, werden automatisch die diversen SCSI-Module geladen (siehe unten). Die einzige Aufgabe, mit der dieser Automatismus überfordert ist, ist die Auswahl des richtigen Low-Level-Treibers. Dazu müsste der Kernel im laufenden Betrieb feststellen, welche SCSI-Karte installiert ist. Um das zu vermeiden, muss `modules.conf` den Modulnamen enthalten.

Wenn Sie möchten, dass das SCSI-Modul automatisch geladen wird (etwa, damit Scanner oder vergleichbare SCSI-Geräte jederzeit zur Verfügung stehen), müssen Sie in einem Init-V-Script das Kommando `modprobe aic7xxx` einbauen. Der geeignete Ort für dieses Kommando ist die folgende Datei:

```
Mandrake, Red Hat: /etc/rc.d/rc.local  
SuSE: /etc/rc.d/boot.local
```

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die weiteren SCSI-Module, die automatisch geladen werden. (Dazu sind keine Einträge in `modules.conf` erforderlich, weil entsprechende Einstellungen bereits per Default gelten! Beachten Sie auch, dass bei einigen Distributionen ein Teil dieser Module direkt in den Kernel integriert ist.)

- `scsi_mod` (SCSI Core Support): Dieses Modul enthält die Grundfunktionen des SCSI-Systems.
- `sd_mod` (SCSI Disk Driver): Dieses Modul enthält die Funktionen zum Lesen und Schreiben von Daten auf SCSI-Festplatten.
- `sr_mod` (SCSI CD-ROM Driver): Dieses Modul ist für CD-ROM- und vergleichbare Geräte zuständig.
- `st` (SCSI Tape Driver): Dieses Modul enthält die Funktionen zur Kommunikation mit SCSI-Streamern.
- `sg` (SCSI Generic Driver): Dieses Modul ist für alle anderen Geräte zuständig (z. B. Scanner). Es stellt nur einfache Kommunikationsmechanismen zur Verfügung. Für die eigentliche Steuerungslogik ist das Anwendungsprogramm zuständig.

Wenn die SCSI-Module geladen sind, gibt die Datei `/proc/scsi/scsi` Auskunft über die zur Verfügung stehenden Geräte. Die folgende Tabelle zählt die Device-Dateien auf, mit denen Sie SCSI-Geräte ansprechen:

SCSI-Device-Dateien

Datei	Gerät
/dev/scd <i>n</i>	CD-ROM/DVD-Laufwerk <i>n</i>
/dev/sda	die erste SCSI-Festplatte
/dev/sdb	die zweite SCSI-Festplatte
/dev/sdc	die dritte SCSI-Festplatte
/dev/sda1	die erste primäre Partition der ersten SCSI-Platte
/dev/sdd3	die dritte primäre Partition der vierten SCSI-Platte
/dev/sdn <i>m</i>	Festplatte <i>n</i> , Partition <i>m</i>
/dev/sg <i>n</i>	generisches SCSI-Device (Scanner etc.)
/dev/st <i>n</i>	SCSI-Streamer mit automatischem Rückspulen
/dev/nst <i>n</i>	SCSI-Streamer ohne automatisches Rückspulen

Falls die SCSI-Karte bereits zum Systemstart benötigt wird, d. h., wenn sich Linux auf einer SCSI-Festplatte befindet, muss das Modul für die jeweilige SCSI-Karte via RAM-Disk direkt von LILO geladen werden. Die erforderlichen Konfigurationsschritte sind auf Seite 332 beschrieben.

Darüber hinaus finden Sie in diesem Buch diverse Detailinformationen zu speziellen SCSI-Geräten (z. B. Scanner, Streamer, CD-R) – werfen Sie einen Blick in das Stichwortverzeichnis zum Eintrag SCSI!

Sehr umfassende Dokumentation zur SCSI-Unterstützung in Linux (ab Kernel 2.4) gibt das SCSI-2.4-HOWTO sowie die folgende Datei der Kernel-Dokumentation:

/usr/src/linux/Documentation/scsi.txt

SuSE-spezifische Tipps, wie Sie eine SCSI-Karte nachträglich einbinden, finden Sie hier:

<http://sdb.suse.de/de/sdb/html/scsiadd.html>

Dateisysteme: Bei manchen Dateisystemen weicht der Name des Dateisystems vom Modulnamen ab. Die folgende `alias`-Anweisung bewirkt, dass für das bei CD-ROMs übliche ISO-9660-Dateisystem das `isofs`-Modul geladen wird.

```
alias iso9660 isofs
```

Netzwerkkarten: Bei Netzwerkkarten wird für jedes Netzwerk-Device das erforderliche Modul angegeben:

```
alias eth0 ne
alias eth1 rtl8139
```

Unter Umständen müssen Sie zu den Modulen noch Optionen angeben:

```
options ne io=0x300 irq=5
```

Netzwerkprotokolle: Falls die Netzwerkprotokolle nicht ohnedies schon direkt im Kernel enthalten sind, werden auch sie als Module geladen. Der Kernel sucht in solchen Fällen

nach einer Protokollfamilie mit dem Namen `net-pf-n`. Die Umsetzung in Modulnamen erfolgt wieder via `alias`. Das folgende Beispiel bewirkt, dass für die Protokollfamilie 5 das AppleTalk-Modul geladen wird:

```
alias net-pf-5 appletalk
```

Wenn Sie dieses Protokoll nicht brauchen (und womöglich auch das entsprechende Modul nicht installiert haben), erspart die folgende Anweisung lästige Fehlermeldungen:

```
alias net-pf-5 off
```

Wenn Netzwerkdaten via PPP oder SLIP übertragen werden, sucht der Kernel nach so genannten *Line-Discipline*-Treibern mit dem Namen `tty-ldisc-n`. Die Modulnamen sind ein wenig aussagekräftiger, weswegen auch hier `alias`-Anweisungen erforderlich sind.

```
alias tty-ldisc-1 slip
alias tty-ldisc-3 ppp
```

Character- und Block-Devices: Der Zugriff auf die meisten Hardware-Komponenten erfolgt durch block- und zeichenorientierte Device-Dateien `/dev/xxx`. Aus der Sicht des Kernels werden diese Device-Dateien nicht durch ihren Namen, sondern durch die Major- und Minor-Device-Nummer charakterisiert (siehe auch Seite 224). Die folgenden Zeilen geben einige Beispiele, wie diese Devices Kernel-Modulen zugeordnet werden.

```
alias block-major-2 floppy
alias block-major-3 ide-probe
alias char-major-10-0 busmouse
alias char-major-10-1 psaux
alias char-major-10-2 msbusmouse
```

Weitere Beispiele für hardware-spezifische `modules.conf`-Einstellungen finden Sie in Kapitel 11.

Leider gibt es kein Dokument, das die zahlreichen Facetten der Konfiguration von `modules.conf` zusammenfassend beschreibt. Informationen über die prinzipielle Syntax erhalten Sie mit `man modules.conf`. Einige praktische Informationen gibt das leider schon recht alte Kernel-*Mini-HOWTO*. (Die darin enthaltenen Informationen zu `/etc/modules.conf` gelten auch für `kmod`.) Lesenswert sind auch die folgenden Dateien aus der Linux-Kernel-Dokumentation:

```
/usr/src/linux/Documentation/devices.txt
/usr/src/linux/Documentation/modules.txt
/usr/src/linux/Documentation/kernel-parameters.txt
```

Die Defaulteinstellungen für `modprobe` sind in der Quellcodedatei `util/alias.h` des `modutils`-Pakets definiert.

Nicht benötigte Module automatisch entfernen

Das bei Kernel 2.0.*n* verwendete Programm `kernel.d` hat sich automatisch darum gekümmert, dass eine Zeit lang nicht mehr benötigte Module wieder aus dem Kernel entfernt werden (sodass der von ihnen blockierte Speicher wieder freigegeben wird). Seit Kernel 2.2.*n* übernimmt `kmod` die meisten Aufgaben von `kernel.d` – nicht allerdings das automatische Aufräumen.

Um nicht mehr benötigte Module aus dem Kernel zu entfernen, wird bei manchen Distributionen in regelmäßigen Abständen `rmmod -a` ausgeführt. Falls das bei Ihrer Distribution nicht der Fall ist, können Sie `crontab` so verändern, dass das Kommando alle zehn Minuten ausgeführt wird. (Das lohnt sich aber nur, wenn Sie auf einem Rechner mit sehr wenig Speicher arbeiten. Im Regelfall ist der Speicherverbrauch der Kernel-Module ziemlich klein.)

```
root# export EDITOR=emacs
root# crontab -e
```

Durch `crontab` wird ein Editor zur Veränderung der `crontab`-Datei für `root` gestartet. Dort geben Sie die folgende Zeile ein:

```
*/10 * * * * test -f /proc/modules && /sbin/rmmod -as
```

9.3 Kernel neu kompilieren

Der durchschnittliche Linux-Anwender muss im Regelfall den Kernel nicht selbst kompilieren. Bei allen aktuellen Distributionen werden ein brauchbarer Default-Kernel und eine umfangreiche Sammlung von Modulen mitgeliefert. Dennoch kann es Gründe geben, den Kernel neu zu kompilieren:

- Sie wollen Ihr System besser kennen lernen. (Das Motto dieses Buchs ist es ja, Ihnen auch einen Blick hinter die Linux-Kulissen zu ermöglichen.)
- Sie brauchen besondere Funktionen, die im mitgelieferten Kernel weder integriert sind noch als Modul vorliegen (beispielsweise, wenn Sie eine ganz bestimmte Firewall-Netzwerkfunktion benötigen).
- Sie möchten eine aktuellere Version des Kernels verwenden als die, die mit Ihrer Distribution mitgeliefert wurde (z. B. aus Sicherheitsgründen, weil in der bisherigen Kernel-Version ein Sicherheitsproblem aufgetaucht ist).
- Sie möchten den Kernel durch einen Patch erweitern. (Patches helfen dabei, sehr neue Hardware anzusprechen oder neue Funktionen zu nutzen, ohne gleich auf einen Entwickler-Kernel umzusteigen. Beispielsweise waren die in diesem Buch erwähnten Dateisysteme `xfs` und `jfs` nur als Kernel-Patches verfügbar, als dieser Text geschrieben wurde.)

- Sie möchten selbst an der Kernel-Entwicklung teilnehmen und daher mit dem neuesten Entwickler-Kernel experimentieren.
- Sie wollen in Ihrem Bekanntenkreis mit Insider-Wissen auftrumpfen: 'Ich habe den neuesten Linux-Kernel selbst kompiliert!'

Leider gibt es auch ein paar Gründe, die gegen das Kompilieren eines eigenen Kernels sprechen.

- Die meisten Distributionen verwenden nicht den Original-Kernel, wie er von Linus Torvalds freigegeben wird, sondern eine gepatchte Version mit diversen Zusatzfunktionen (wobei natürlich jede Distribution andere Patches verwendet – siehe auch Seite 391). An sich ist das eine feine Sache für den Anwender: Er bekommt auf diese Weise Zusatzfunktionen, von denen der Distributor glaubt, dass sie schon ausreichend stabil funktionieren. Wenn Sie sich nun aber selbst den Original-Kernel von einem FTP-Server besorgen, fehlen diese Patches natürlich. Einzelne Funktionen Ihrer Distribution, die bisher einwandfrei gearbeitet haben, machen plötzlich Probleme oder funktionieren gar nicht mehr.
- Das Kompilieren eines eigenen Kernels ist nicht schwierig. Schwierig ist aber die vorherige Konfiguration des Kompilationsprozesses. Dabei stehen weit mehr als 1000 Optionen zur Auswahl. Sie können mit diesen Optionen beeinflussen, welche Funktionen direkt in den Kernel integriert werden, welche als Module und welche gar nicht zur Verfügung stehen sollen. Wenn Sie sich – mangels Kernel-Detailwissen – für die falschen Optionen entscheiden, ist das Ergebnis wie oben: Einzelne Funktionen verweigern den Dienst, und es ist relativ schwierig, die Ursache herauszufinden. Gerade für Linux-Einsteiger ist es aber praktisch unmöglich, alle Optionen richtig zu erraten.

VORSICHT

Aus diesen Gründen verweigern die meisten Distributoren jeden Support, wenn Sie einen nicht mit der Distribution mitgelieferten Kernel verwenden. Wenn Sicherheitsprobleme auftauchen, bieten die meisten Distributionen sehr rasch ein vorkompiliertes Kernel-Paket zum Download an. Beachten Sie, dass Sie nach dessen Installation `lilo` neu ausführen müssen.

Lassen Sie sich von diesen Warnungen aber nicht abschrecken, es einmal selbst zu versuchen. Wenn Sie nach der folgenden Anleitung vorgehen, können Sie Ihren Rechner anschließend sowohl mit dem alten als auch mit dem neuen Kernel hochfahren – es kann also nichts passieren!

Bevor Sie den Kernel kompilieren, müssen der Kernel-Code, ein geeigneter Compiler sowie die dazugehörenden Tools (z. B. `make`, diverse Libraries) installiert sein. Achtung, der Kernel-Code ist recht umfangreich! Der Code und die entstehenden Binärdateien beanspruchen zusammen ca. 200 MByte.

Weitere Informationen zur Kompilierung des Kernels finden Sie im Linux-Kernel-FAQ. Lesenswert sind auch die folgenden Dateien bzw. Web-Sites:

```
/usr/src/linux/README  
/usr/src/linux/Documentation/* http://www.tux.org/lkml/  
http://www.linuxhq.com/
```

Kernel-Parameter verändern

Nicht immer, wenn ein Detail im Kernel geändert werden soll, muss der Kernel gleich neu kompiliert werden! Es gibt zwei Möglichkeiten, auf den Kernel ohne ein Neukompilieren Einfluss zu nehmen:

- Zum einen können Sie mit LILO während des Systemstarts Bootparameter an den Kernel übergeben. Dieser Mechanismus ist im Rahmen des Linux-Systemstarts im vorigen Kapitel beschrieben (siehe Seite 356).
- Zum anderen können eine Reihe von Kernel-Funktionen dynamisch – also im laufenden Betrieb – verändert werden. Diese Art des Eingriffs ist insbesondere zur Steuerung von Netzwerkfunktionen gebräuchlich und wird im weiteren Verlauf dieses Abschnitts beschrieben.

Die Veränderungen werden über das `/proc`-Dateisystem durchgeführt. Das folgende Beispiel zeigt, wie die Masquerading-Funktion aktiviert wird (um den Rechner als Internet-Gateway für andere Rechner einzusetzen):

```
root# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Einen eleganteren Weg bietet das Kommando `sysctl`, das mit den meisten aktuellen Distributionen mitgeliefert wird. Das analoge Kommando, um Masquerading wieder abzuschalten, würde so aussehen:

```
root# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
```

`sysctl -a` liefert eine Liste aller Kernel-Parameter zusammen mit ihren aktuellen Einstellungen. Mit `sysctl -p` können die in einer Datei gespeicherten `sysctl`-Einstellungen durchgeführt werden. Als Dateiname wird üblicherweise `/etc/sysctl.conf` verwendet. Die Syntax ist in der Manualseite zu `sysctl.conf` beschrieben. Einige Distributionen (z. B. Red Hat) sehen vor, dass diese Datei während des Init-V-Prozesses automatisch ausgewertet und ausgeführt wird.

Kernel- und Compiler-Versionen

Es gibt 'stabile' Kernel-Versionen (1.0.*n*, 1.2.*n*, 2.0.*n*, 2.2.*n*, 2.4.*n*) sowie so genannte Entwickler- bzw. Hacker-Kernel (2.1.*n*, 2.3.*n*, 2.5.*n* etc.). Für die überwiegende Mehrheit aller Linux-Anwender hat es keinen Sinn, ständig der neuesten Version des Entwickler-Kernels hinterherzurennen! Entwickler-Kernel sind nur für die Linux-Anwender gedacht,

die sich an der Kernel-Entwicklung beteiligen möchten, den neuesten Code testen und vielleicht korrigieren möchten. Dabei sind Probleme zu erwarten! Sobald Sie einmal einen auf Ihren Rechner abgestimmten Kernel installiert haben und dieser einwandfrei läuft, gibt es zumeist keinen Grund für ein Update.

Es sind unter Linux zurzeit verschiedene C-Compiler verfügbar. Der Grund ist eine Spaltung der Compiler-Entwicklergemeinschaft vor einigen Jahren. Die Folge waren zwei Compiler, die nicht ganz zueinander kompatibel waren: die 'klassische' GNU Compiler Collection (gcc) sowie *experimental step in the development of GCC* (kurz egcs). Seit April 1999 werden beide Compiler zum Glück wieder zentral gewartet, und im Juni 2001 ist der vereinte neue GCC 3.0 vorgestellt worden.

Für die Kompilierung der Kernel-Codes sollten Sie aber nicht einfach die neueste Compiler-Version verwenden, sondern die Version, die von den Kernel-Entwicklern empfohlen wird. Zur Zeit (Kernel 2.4.5) wird gcc 2.91.66 alias egcs 1.1.2 empfohlen. Auch gcc 2.95.2 oder 2.95.3 gelten als zuverlässig genug. Es ist zu erwarten, dass die Kernel-Entwickler in absehbarer Zukunft auf gcc 3.0 umsteigen. Welches die empfohlene Kernel-Version ist, können Sie der Datei CHANGES aus der Kernel-Dokumentation entnehmen:

```
/usr/src/linux/Documentation/Changes
```

Die installierte Compiler-Version können Sie mit `gcc -v` feststellen:

```
root# gcc -v
Reading specs from /usr/lib/gcc-lib/i486-suse-linux/2.95.3/specs
gcc version 2.95.3 20010315 (SuSE)
```

Beachten Sie, dass bei einigen Mandrake- und Red-Hat-Distributionen per Default inkompatible Compiler-Versionen installiert werden, die *nicht* geeignet sind, um damit den Kernel zu kompilieren. (Nebenbei erwähnt hat sich Red Hat mit dieser Entscheidung in Entwicklerkreisen äußerst unbeliebt gemacht.)

Damit Sie auch bei diesen Distributionen einen eigenen Kernel (und zu anderen Distributionen kompatible Programme) kompilieren können, werden zusätzlich zu den gcc-Paketen auch egcs-Pakete mit alternativen Compiler-Versionen mitgeliefert. Nach der Installation dieser Pakete darf der C-Compiler dann aber nicht mit dem Namen gcc, sondern muss mit kgcc aufgerufen werden. (Die Abkürzung kgcc steht offensichtlich für Kernel gcc.)

```
root# kgcc -v
Reading specs from /usr/lib/gcc-lib/i586-mandrake-linux/
egcs-2.91.66/specs
gcc version egcs-2.91.66 19990314/Linux (egcs-1.1.2 release /
Linux-Mandrake 8.0)
```

Um nun den Kernel zu kompilieren, müssen Sie die Datei Makefile im Verzeichnis /usr/src/linux ändern.


```
# Änderung in /usr/src/linux/Makefile
...
# CC      =$(CROSS_COMPILE)gcc # ursprünglich
CC       =$(CROSS_COMPILE)kgcc
```

Kernel-Code installieren bzw. aktualisieren (patchen)

Der Quellcode für den Kernel befindet sich im Verzeichnis `/usr/src/linux`. Falls dieses Verzeichnis leer ist, haben Sie den Kernel-Code nicht installiert. Alle Distributionen bieten die Installation des Kernel-Codes zumindest als Option an. Allerdings ist der mit der Distribution mitgelieferte Kernel oft ohnedies schon veraltet.

Den aktuellen Kernel-Code in Form von komprimierten tar-Archiven finden Sie z. B. hier:

<ftp://ftp.kernel.org/pub/linux/>
<ftp://ftp.gwdg.de/pub/linux/kernel/>
<http://www.kernel.org/>

Eine gute Referenz der verfügbaren Kernel-Patches (also inoffizieller Erweiterungen) finden Sie hier:

<http://www.linuxhq.com>

Um ein Update des Kernel-Codes durchzuführen, bestehen prinzipiell zwei Möglichkeiten:

- Mit so genannten Patch-Dateien können Sie einen Versionswechsel von einer Version zur unmittelbar nächsten durchführen. Um beispielsweise von Version 2.4.5 zu 2.4.6 zu gelangen, müssen Sie mit dem Kommando `patch` den Kernel-Patch `patch-2.4.6` ausführen. `patch-2.4.6` ist eine Textdatei, die beschreibt, an welchen Stellen die einzelnen Dateien der Quellcodes von Version 2.4.5 verändert werden müssen. (Der vollständige und unveränderte Quellcode der jeweils vorherigen Version ist also die Voraussetzung für die Durchführung eines Updates!) Patch-Dateien haben den Vorteil, dass sie relativ klein sind und leicht per FTP über das Internet beschafft werden können.
- Bei größeren Versionswechseln – etwa von 2.2.1 auf 2.2.19 – müssten Sie der Reihe nach mehr als ein Dutzend Patches ausführen. Das ist unpraktisch und fehleranfällig. Aus diesem Grund gibt es den Kernel-Code auch als Komplettpaket. Typische Dateinamen sind etwa `linux-2.4.5.tar.bz2`. Solche komprimierten Archivdateien (Größe ca. 20 MByte) müssen im Verzeichnis `/usr/src` mit `tar` installiert werden.

Nun zu den Details: Neue Kernel werden in der Regel in `/usr/src/linux` installiert. Wenn sich in diesem Verzeichnis schon ein vorhandener Kernel befindet, entsteht natürlich ein Chaos. Daher ist es sinnvoll, den alten Kernel-Code entweder zu löschen (`rm -rf /usr/src/linux`) oder umzubenennen. Beachten Sie, dass `/usr/src/linux` oft nur ein Link auf ein anderes Verzeichnis ist.

Im Folgenden gilt die Annahme, dass momentan Kernel 2.4.3 installiert ist und ein Update auf Version 2.4.5 durchgeführt werden soll.

```
root# cd /usr/src
root# ls -l
      4096 Jun 15 10:05 linux
root# mv linux linux-2.4.3 # Backup des bisherigen Kernel-Codes
```

Manchmal ist `/usr/src/linux` auch nur ein Link auf das Verzeichnis, in dem sich der zurzeit installierte Linux-Code befindet:

```
root# cd /usr/src
root# ls -l linux*
      16 Jun 15 10:04 linux -> linux-2.4.3
      4096 Jun 15 10:05 linux-2.4.3
```

In diesem Fall müssen Sie nur den Link löschen, bevor Sie den neuen Kernel-Code installieren:

```
root# rm linux
```

Jetzt entpacken Sie den neuen Kernel-Code in das Verzeichnis `linux`. Kernel-Archive sind immer komprimiert, entweder mit `gzip` oder (immer häufiger) mit `bzip2`. Im Folgenden sind die `tar`-Optionen für beide Varianten angegeben:

```
root# cd /usr/src
root# tar -xjvf linux-2.4.5.tar.bz2
root# tar -xzvf linux-2.4.5.tar.gz
```

Falls Sie diesen Kernel auf die nächste Version aktualisieren möchten, müssen Sie sich die Update-Patch-Datei `patch-2.4.6.bz2` besorgen. Anschließend wechseln Sie in das Verzeichnis `./linux`, dekomprimieren den Patch und wenden ihn mit `patch -p1` auf den Kernel-Code an.

```
root# cd /usr/src/linux
root# bunzip2 -cd patch-2.4.6.bz2 | patch -p1
```

Falls die Patch-Datei unkomprimiert vorliegt, lautet das Patch-Kommando:

```
root# patch -p1 < patch-2.4.6
```

Mit dem folgenden Kommando können Sie einen Patch wieder rückgängig machen:

```
root# patch -R -p1 < patch-2.4.6
```

Kernel-Patches

Es gibt grundsätzlich zwei Typen von Kernel-Patches:

- Im vorigen Abschnitt wurde der Umgang mit Patches demonstriert, die Änderungen am Kernel-Code von einer Version zur nächsten durchführen (Update-Patch).
- Daneben gibt es Patches mit inoffiziellen Zusatzfunktionen, die aus den verschiedensten Gründen (noch) nicht in den Standard-Kernel integriert sind (Funktions-Patches).

Grundsätzlich werden beide Patch-Typen auf die gleiche Weise angewandt, also mit dem oben beschriebenen Kommando `patch`. Allerdings setzen alle Patches voraus, dass Sie auf den offiziellen, ungepatchten Kernel-Code von Linus Torvalds angewandt werden. Natürlich ist es möglich, mehrere Funktions-Patches, die unterschiedliche Teile des Kernel-Codes betreffen, zu kombinieren – aber dabei ist einige Vorsicht angebracht.

Beachten Sie, dass die meisten Distributionen gepatchte Kernel verwenden (also Kernel, in die diverse Zusatzfunktionen integriert sind). Bei solchen Kernen dürfen Sie keine Update-Patches durchführen, weil dies zu Inkompatibilitäten zwischen den Patches führen kann. Wenn Sie Update-Patches verwenden möchten, müssen Sie vorher sicherstellen, dass Sie den offiziellen, ungepatchten Kernel-Code von Linus Torvalds haben!

Informationen über den aktuellen Kernel-Code sowie eine Sammlung inoffizieller Patches finden Sie hier:

<http://www.linuxhq.com/>

Leider ist es mir für keine der gängigen Distributionen gelungen, die Liste der verwendeten Patches herauszufinden (bzw. den Ort, wo die Änderungen und womöglich sogar eine Begründung dokumentiert wäre). Ausgangspunkt für die Suche sollte der Kernel-Source-Code sein, der bei allen Distributionen mitgeliefert wird. Dieser ist allerdings schon gepatcht, sodass nur Profis die Änderungen entdecken werden. Bei SuSE können Sie einen Blick in das folgende FTP-Verzeichnis werfen. Die dort enthaltenen Dateien und Kernel-Versionen haben zwar experimentellen Charakter, lassen aber zumindest gewisse Rückschlüsse auf die von SuSE eingesetzten Kernel-Patches zu.

<ftp://ftp.suse.com/pub/people/mantel/next>

Kernel konfigurieren

Bevor Sie den Kernel kompilieren können, müssen Sie in der Datei `.config` im Verzeichnis `/usr/src/linux` alle Optionen eintragen, die für den neuen Kernel gelten (welche SCSI-Karte, welche Ethernet-Karte, welche Netzwerkfunktionen etc.). `.config` wird nicht manuell editiert, sondern mit einem eigenen Konfigurationsprogramm, das via `make` gestartet wird. Seit Kernel-Version 2.0 stehen dazu drei unterschiedliche Varianten zur Verfügung. (Sie müssen aus den drei unten aufgelisteten `make`-Varianten eine wählen.)

```

root# cd /usr/src/linux
root# make config          oder
root# make menuconfig     oder
root# make xconfig

```

Bei `make config` und `make menuconfig` erfolgt die Konfiguration im Textmodus. Erheblich komfortabler ist `make xconfig`: Diese Variante läuft nur unter X und nur dann, wenn die Programmiersprache Tcl/Tk installiert ist.

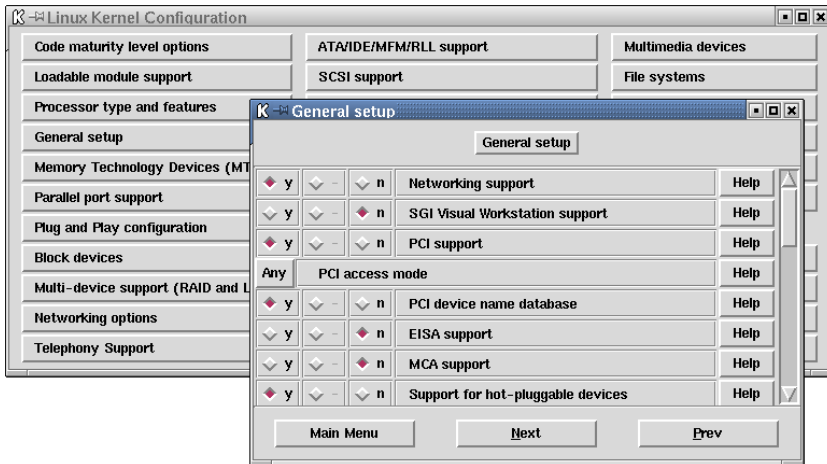


Abbildung 9.1: Kernel-Konfiguration unter X

Unabhängig davon, für welche Variante Sie sich entscheiden, bleiben Ihnen zahllose Fragen zur Kernel-Konfiguration nicht erspart. Verlassen Sie sich dabei nicht auf eine sinnvolle Voreinstellung – auch wenn das bei vielen Optionen der Fall ist! Lesen Sie im Zweifelsfall die sehr informativen Hilfetexte, die zu jeder Option zur Verfügung stehen. Wenn Sie wenig Erfahrung mit Linux haben, werden aber auch diese Erläuterungen Sie verwirren. Daher gibt dieser Abschnitt noch einige grundlegende Informationen zu diesem Thema, ohne aber auf jede einzelne Option einzugehen. (Das würde ein ganzes Buch füllen.)

HINWEIS

Selbst unter den Kernel-Entwicklern herrscht Einigkeit, dass das gegenwärtige Konfigurationskonzept zu kompliziert ist. Deswegen soll ab Kernel 2.5 ein neues System zur Konfiguration eingesetzt werden. Der in diesem Abschnitt vorgestellte Konfigurationsprozess gilt nur für die Kernel-Versionen 2.0 bis 2.4.

Mitgelieferte Kernel-Konfigurationsdateien

Wenn Sie bei der Kernel-Konfiguration keinen Ausgangspunkt haben, müssen Sie sich wirklich um alle Kernel-Optionen kümmern. Gerade beim ersten Mal ist es so gut wie sicher, dass Sie irgendetwas übersehen. Sie sparen eine Menge Zeit und Mühe, wenn Sie die mit Ihrer Distribution mitgelieferte Kernel-Konfigurationsdatei als Ausgangspunkt verwenden.

SuSE: Der mit SuSE mitgelieferte Kernel(-Code) ist mit dem `cloneconfig`-Patch ausgestattet. Das bedeutet, dass `/proc/config.gz` den komprimierten Inhalt der `.config`-Datei enthält, mit der der gerade laufende Kernel kompiliert wurde.

Weiters können Sie dank diesem Patch mit `make cloneconfig` ganz einfach die zuletzt verwendete Konfiguration in die Datei `.config` kopieren. Anschließend führen Sie `make xconfig` aus, ändern eine oder zwei Optionen und kompilieren den Kernel neu.

Das Konzept hat einen Nachteil: Es funktioniert nur, solange der neue Kernel wieder auf dem gepatchten SuSE-Code basiert. (SuSE verwendet eine Menge Patches, die im Standard-Kernel von Linus Torvalds nicht enthalten sind. Daher enthält auch die Konfigurationsdatei Optionen, die es beim Standard-Kernel nicht gibt und die daher Probleme verursachen können.)

Mandrake: Mandrake verwendet zwar nicht den `cloneconfig`-Patch, aber dafür enthält `/boot/config` die beim Kompilieren verwendete Konfigurationsdatei. Kopieren Sie diese Datei nach `/usr/src/linux/.config`!

Red Hat: Hier finden Sie nach der Installation des Kernel-Codes im Verzeichnis `/usr/src/linux-n/configs` nicht nur eine, sondern gleich eine ganze Menge Konfigurationsdateien. Aus den Dateinamen geht hervor, dass die Dateien für unterschiedliche Prozessoren (jeweils mit und ohne SMP) optimiert sind.

Grundsätzliches

Prinzipiell müssen Sie sich zwischen zwei Kernel-Typen entscheiden: monolithischen Kernen oder modularisierten Kernen. Monolithische Kernel enthalten alle benötigten Treiber direkt im Kernel und unterstützen keine Module. Modularisierte Kernel sind über die integrierten Treiber hinaus in der Lage, im laufenden Betrieb zusätzliche Module aufzunehmen. Ein modularisierter Kernel ist in fast allen Fällen die bessere Entscheidung.

Bei vielen Komponenten haben Sie die Wahl zwischen drei Optionen: YES / MODULE / NO. YES bedeutet, dass diese Komponente direkt in den Kernel integriert wird. MODULE bedeutet, dass diese Komponente als Modul kompiliert wird (nur sinnvoll bei einem modularisierten Kernel). NO bedeutet, dass die Komponente überhaupt nicht kompiliert wird. Bei einem monolithischen Kernel müssen Sie NO bei allen Komponenten angeben, die Sie nicht benötigen (sonst wird der Kernel unnötig groß). Bei einem modularisierten Kernel sparen Sie durch NO zwar ein wenig Zeit (weil das Modul nicht kompiliert werden muss), Sie verlieren aber an Flexibilität. Wer weiß, ob Sie das Modul nicht doch irgendwann benötigen?

TIPP

Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob Sie eine bestimmte Funktion benötigen oder nicht, wählen Sie MODULE. In den meisten Fällen können Sie die Funktion dann bei Bedarf nutzen.

Ganz egal, ob Sie einen modularisierten oder einen monolithischen Kernel bilden: Auf jeden Fall müssen Sie alle Komponenten direkt integrieren (also Option YES), die Sie zum Booten benötigen. Wenn sich beispielsweise die Root-Partition auf einer SCSI-Platte befindet, muss der entsprechende Treiber entweder direkt in den Kernel integriert werden oder das Modul muss in einer Initial-RAM-Disk via LILO an den Kernel übergeben werden (siehe Seite 332).

Optionen über Optionen ...

Code Maturity Level: Hier können Sie angeben, ob auch Kernel-Komponenten, die noch nicht als vollkommen ausgereift gelten, bei der Konfiguration berücksichtigt werden sollen. Der Hausverstand würde sagen, dass nur Kernel-Entwickler diese Option auf YES setzen – aber das ist ein Irrtum. Viele Funktionen, die nicht als *mature* gelten, sind auch für ganz gewöhnliche Linux-Benutzer wichtig. Beispielsweise stehen bei der Konfiguration von Kernel 2.4.5 das reiserfs-Dateisystem oder die Firewire-Funktionen nur dann zur Auswahl, wenn Sie hier YES angeben – und das, obwohl das reiserfs-Dateisystem durchaus schon sehr stabil läuft und auch Firewire (zumindest für manche Firewire-Geräte) tadellos funktioniert.

Loadable Modules: Gibt an, ob und wie der Kernel mit Modulen umgehen kann. Wenn Sie einen modularisierten Kernel bilden möchten, sollten Sie alle drei Optionen – *Enable module support*, *Set version information* und *Kernel module loader* – auf YES stellen. Das bedeutet, dass der Kernel prinzipiell mit Modulen umgehen kann, dass er auch kompatible Module laden kann, die für eine andere Kernel-Version kompiliert wurden, und dass Module im Regelfall automatisch geladen werden.

Processor Type: Die Auswahl des Prozessors (386, 486, Pentium etc.) hat Einfluss auf die Geschwindigkeit und Größe des Codes. Beachten Sie bitte, dass der Code auf-, aber nicht abwärtskompatibel wird. 486er-Code kann also problemlos auf jedem Pentium ausgeführt werden, umgekehrt kann PentiumPro-Code auf einem herkömmlichen Pentium einen Absturz verursachen! *Math emulation* ist nur notwendig, wenn Sie einen sehr alten Prozessor ohne Koprozessor haben (z. B. 386, 486 SX). Wenn Sie ein Mainboard mit nur einer CPU besitzen (der Regelfall), stellen Sie die Option *Symetric multi-processing* auf NO. Die restlichen Optionen dieses Dialogs betreffen diverse Spezial-Hardware.

General setup: *Networking support* benötigen Sie auf jeden Fall, auch wenn Sie kein Netzwerk besitzen. (Viele interne Kommandos bauen auf dem Netzwerkprotokoll auf.) Auch *PCI* müssen Sie bei allen modernen Mainboards auf YES setzen.

System V IPC ist eine weitere Form der Linux-internen Kommunikation, auf der manche Programme aufbauen (vor allem der DOS-Emulator) – daher empfiehlt sich auch hier YES.

Neue Distributionen bestehen ausschließlich aus ELF-Programmen. Daher benötigen Sie auf jeden Fall *ELF support*. Manchmal müssen aber auch ältere Programme im a.out-Binärformat ausgeführt werden – daher sollten Sie hier YES oder MODULE wählen.

Falls der Kernel auf einem Notebook laufen soll, können Sie mit den Power-Management-Optionen diverse Zusatzfunktionen aktivieren, die dabei helfen, Strom zu sparen.

Parallel Port: Der Dialog bezieht sich auf die parallele Schnittstelle, an der üblicherweise der Drucker angeschlossen wird. Wenn Sie die parallele Schnittstelle verwenden möchten, müssen Sie hier YES oder MODULE auswählen.

Plug&Play: Hier kann die Unterstützung für Plug&Play-Karten aktiviert werden. Erwarten Sie aber nicht, dass der Kernel dank dieser Option jede Plug&Play-Hardware vollautomatisch erkennt.

Block Devices: *Floppy support* ist wahrscheinlich selbstverständlich. Auch bei *Enhanced IDE support* ist die korrekte Einstellung fast immer YES (nicht MODULE, weil der Zugriff auf EIDE-Festplatten schon während des Bootens funktionieren muss!). Einige weitere Optionen betreffen EIDE-Spezialgeräte und Bugfixes. (Manche EIDE-Karten sind fehlerhaft, der Kernel enthält Code, der diese Fehler umgeht.)

Den *Loopback device support* sollten Sie zumindest als Modul aktivieren. Es handelt sich hierbei nicht um das aus der Netzwerkkonfiguration bekannte Loopback-Interface, sondern um die Möglichkeit, eine Datei als Dateisystem zu nutzen. Das ist erforderlich, um Initial-RAM-Disks zu erzeugen (*mkinitrd*), um CD-ROM-ISO-Images zu testen etc.

Module, die im Kernel nicht integriert sind, aber schon beim Systemstart benötigt werden, stellt LILO dem Kernel als Initial-RAM-Disk zur Verfügung (siehe Seite 332). Damit das funktioniert, müssen Sie bei den Optionen *RAM disk support* und *Initial RAM disk* jeweils YES angeben (nicht MODULE!).

Multi-device-support (RAID, LVM): Wenn Sie RAID oder LVM nutzen möchten, müssen die hier angegebenen Funktionen zumindest als Modul zur Verfügung stehen. (Wenn auch das root-Dateisystem RAID oder LVM nutzt, sollten Sie die Module in den Kernel integrieren.)

Networking Options: Hier sind Sie gut beraten, wenn Sie im Zweifelsfall die Defaulteinstellungen übernehmen. Sie benötigen auf jeden Fall TCP/IP-Unterstützung (Option *TCP/IP networking*).

Network packet filtering ist wichtig, wenn auf dem Rechner Firewall-Funktionen (IP-Paketfilter) genutzt werden sollen (siehe Seite 19.13). Wenn diese Option auf YES gesetzt wird, erscheint ein weiterer Dialog mit Zusatzoptionen.

ATA/IDE: Diese Optionen betreffen die Unterstützung von Geräten, die am IDE-Bus angeschlossen werden (z. B. gewöhnliche CD-ROM-Laufwerke).

SCSI: Wenn Sie eine SCSI-Festplatte verwenden, müssen Sie die beiden ersten Optionen bejahen, bei einem Streamer oder einem CD-ROM-Laufwerk auch die beiden folgenden. SCSI-Support benötigen Sie auch, wenn Sie IDE-CD-R-Laufwerke verwenden möchten oder wenn Sie ein ZIP-Laufwerk über die parallele Schnittstelle betreiben möchten. (Kernel-intern werden diese Geräte als SCSI-Geräte betrachtet.)

Den *SCSI Generic Support* benötigen Sie nur, wenn Sie SCSI-Komponenten direkt ansprechen möchten. Am häufigsten ist das bei CD-Write-Geräten der Fall.

SCSI Low-level Drivers: Hier werden eine Menge SCSI-Karten zur Auswahl gestellt. Suchen Sie nach Ihrer Karte, und wählen Sie die entsprechende Option (und nur diese) mit YES aus, wenn sich Ihr Root-Dateisystem auf einer SCSI-Platte befindet! Übrigens zählt auch der Treiber für ZIP-Laufwerke an der parallelen Schnittstelle zu den SCSI-Low-level-Komponenten.

IEEE 1394 (Firewire): Wenn Sie Firewire-Geräte verwenden möchten, müssen Sie hier die entsprechenden Optionen setzen. Die Firewire-Unterstützung hat in Kernel 2.4 offiziell noch immer experimentellen Charakter.

Network Devices: Wenn Sie in irgendeiner Form mit einem anderen Rechner kommunizieren möchten, müssen Sie bei der ersten Option YES angeben. Das gilt auch, wenn Ihr Rechner nur via PPP/SLIP mit dem Internet verbunden werden soll.

Dummy net support ist in vielen Fällen für die SLIP- oder PPP-Konfiguration erforderlich. *PLIP* ermöglicht den Datenaustausch über die parallele Schnittstelle (nur selten sinnvoll); eine Druckeransteuerung ist dann nicht mehr möglich. *PPP* und *SLIP* sind zwei Varianten, um einen Internet-Zugang über die serielle Schnittstelle einzurichten. Wenn Sie nicht wissen, welche Variante Ihr Internet-Provider bevorzugt (wahrscheinlich PPP), wählen Sie im Zweifelsfall beide.

Eine große Untergruppe von Optionen startet mit *Ethernet (10 or 100 Mbit)*: Stellen Sie hier die entsprechenden Optionen auf YES oder MODULE, wenn Sie eine entsprechende Karte besitzen. Die beliebten NE-2000-kompatiblen Karten zählen zur Untergruppe *Other ISA cards*. Die PCI-Version dieser Karte befindet sich dagegen in der Untergruppe *EISA, PCI and onboard controllers*.

Falls Sie eine Netzwerkverbindung via Funk-LAN verwenden möchten, müssen Sie für Ihren Controller das entsprechende Modul aus der Gruppe *Wireless LAN* aktivieren.

IrDA: Hier finden Sie die Treiber für die Infrarot-Schnittstelle, mit der viele Notebooks ausgestattet sind.

ISDN: Dieser Dialog enthält Optionen für diverse ISDN-Funktionen sowie für die Treiber der von Linux unterstützten ISDN-Hardware.

Old CD-ROM Drivers: Hier müssen Sie zumeist *keine* Option auswählen, selbst dann nicht, wenn Sie ein CD-ROM-Laufwerk besitzen. Hier sind nur solche CD-ROM-Laufwerke aufgezählt, die ein eigenes Interface haben. Die meisten gängigen CD-ROM-Laufwerke sind dagegen IDE-Laufwerke (siehe *Block devices*) oder SCSI-Laufwerke (siehe *SCSI*).

Input core: Hier finden Sie Treiber für Tastatur, Maus und Joystick.

Character Devices: Die Optionen *Virtual terminal* und *Support for console* müssen YES lauten – sonst können Sie sich lokal nicht einmal einloggen.

Standard serial support und *Parallel printer support* benötigen Sie, damit Sie die serielle und parallele Schnittstelle nutzen können. *Mouse support* bezieht sich auf Mäuse, die nicht an die serielle Schnittstelle angeschlossen sind (auch PS/2-Mäuse).

Multimedia: Hier können Sie diverse Optionen für Audio- und Video-Karten einstellen.

Filesystems: *Quota support* ermöglicht es, den Platzbedarf einzelner Nutzer einzuschränken (erfordert aber die Installation von Zusatzprogrammen).

Wenn Sie auf DOS- oder Windows-Partitionen zugreifen wollen, müssen Sie für Windows-9x-Partitionen *VFAT support* und für Windows-NT/2000/XP-Partitionen *NTFS* auswählen.

ISO-9660 ist unentbehrlich, wenn Sie CD-ROM-Laufwerke verwenden möchten. Die Option *JOLIET* ist von Interesse, wenn Sie die vollständigen Dateinamen auch bei CD-ROMs für Microsoft Windows sehen möchten.

Proc support ist auf jeden Fall erforderlich, damit Sie Programme wie *ps* oder *top* verwenden können. *Second extended filesystem* ist das wichtigste Dateisystem für Linux. Hier müssen Sie *YES* angeben, damit Sie booten können!

In der Optionsgruppe *Network File Systems* können Sie unter anderem *NFS* aktivieren, wenn Sie Dateisysteme fremder Rechner via Netz nutzen möchten. *SMB support* ermöglicht es, Windows-Dateisysteme über das Netz zu nutzen (wie *NFS* für Unix-Dateisysteme). Das setzt allerdings die Installation zusätzlicher Programme und einige Installationsarbeit voraus.

Die Optionsgruppe *Native Language Support* gibt an, welche Zeichensätze für den Zugriff auf fremde Dateisysteme unterstützt werden sollen. Die Optionen sind insbesondere für einige Microsoft-Dateisysteme wichtig, die Unicode-Zeichen in Dateinamen unterstützen. Am besten entscheiden Sie sich einfach bei allen Optionen für *MODULE*! Die ganze Gruppe *Native Language Support* ist nur dann aktiv, wenn Sie bei *Filesystems* ein Dateisystem auswählen, das die Sprachoptionen benötigt.

Console Drivers: Damit Linux Text auf VGA-Karten darstellen kann, muss die Option *VGA text* auf *YES* gestellt werden. *Video mode selection* ermöglicht es, via *LILO* spezielle VGA-Textmodi zu aktivieren (z. B. mit 80*50 Zeichen).

Neu sind diverse *Framebuffer*-Optionen. Damit kann der Kernel direkter als bisher die Grafikkarte ansprechen. Das ist beispielsweise für diverse Grafikeffekte beim Booten notwendig.

Sound: Hier können Sie die Unterstützung für diverse Sound-Karten aktivieren (üblicherweise als Modul). Beachten Sie, dass viele Distributionen statt der Kernel-Sound-Module die extern gewarteten *ALSA*-Module verwenden.

USB: Der Dialog enthält diverse Optionen für die von Linux unterstützten USB-Funktionen.

Nachdem Sie sich durch alle Dialoge durchgearbeitet haben, können Sie die Einstellungen in der Konfigurationsdatei `.config` speichern.

Kernel kompilieren und installieren

Nachdem Sie mit der Konfiguration des Kernels vermutlich einige Zeit verbracht haben, muss jetzt der Rechner arbeiten. Mit den folgenden Kommandos beschäftigen Sie Ihren Rechner für einige Minuten (je nach CPU und verfügbarem RAM).

```
root# cd /usr/src/linux
root# make dep           # Abhängigkeiten überprüfen
root# make clean         # alte Objektdaten löschen
root# make bzImage       # Kompilierung starten
```

Das Ergebnis am Ende dieses Prozesses ist die Datei `bzImage` im Verzeichnis `/usr/src/linux/arch/i386/boot`. Der komprimierte Kernel sollte je nach Konfiguration ca. 700-900 kByte groß sein.

Module kompilieren

Bei der Kernel-Konfiguration können Sie bei sehr vielen Kernel-Komponenten wählen, ob diese Komponente direkt in den Kernel integriert oder als Modul kompiliert wird. Durch `make zImage` (siehe oben) wird dann nur der generische Kernel ohne die angegebenen Module erzeugt. Die ausgewählten Module müssen mit `make modules` extra erzeugt werden. Dabei werden verstreut über den Dateibaum des Kernel-Codes Moduldateien mit der Kennung `*.o` erzeugt. Im Verzeichnis `modules` werden Links auf diese Dateien eingerichtet.

Mit `make modules_install` werden die Moduldateien schließlich dorthin installiert, wo die Programme zur Modulverwaltung (etwa `insmod`) diese erwarten, nämlich in das Verzeichnis `/lib/modules/n` (wobei `n` die aktuelle Kernel-Version ist).

```
root# cd /usr/src/linux
root# make modules
root# make modules_install
```

Kernel installieren

Der so erzeugte neue Kernel ist natürlich noch nicht aktiv! Bisher wurde nur eine neue Datei erstellt, sonst nichts! Der neue Kernel kann erst beim nächsten Start von Linux aktiviert werden und auch dann nur, wenn Sie entweder eine neue Bootdiskette erzeugen oder das Programm `lilo` aufrufen und die neue Kernel-Datei im Bootprogramm aktivieren.

Die aktive Kernel-Datei befindet sich normalerweise im Linux-Wurzelverzeichnis `/` oder in `/boot` und hat üblicherweise den Namen `vmlinuz`. Bevor Sie den neu generierten Kernel dorthin verschieben, sollten Sie die vorhandene und erprobte Kernel-Datei `vm-linux` in `vmlinuz.bak` umbenennen:

```
root# mv /boot/vmlinuz /boot/vmlinuz.bak
root# mv /usr/src/linux/arch/i386/boot/bzImage /boot/vmlinuz
```

Wenn Linux mit LILO gestartet wird, kommt zu den schon vorhandenen Einträgen in `/etc/lilo.conf` ein neuer Eintrag hinzu, der ein Booten des alten Kernels (Datei `/vmlinuz.bak`) ermöglicht. Statt `/dev/hda8` müssen Sie natürlich die Root-Partition Ihres Rechners angeben. Lesen Sie unbedingt vorher den Abschnitt zur LILO-Konfiguration (siehe Seite 319)!

Gegebenenfalls müssen Sie auch die Initial-RAM-Disk neu erstellen (für SCSI, reiserfs, LVM, RAID etc.). In diesem Fall müssen Sie darauf achten, dass Sie für jede Kernel-Version eine eigene Initial-RAM-Disk benötigen (mit den zum Kernel passenden Modulen).

```
# LILO configuration file: /etc/lilo.conf
... wie bisher
# automatisch Linux von /dev/hda8 booten
image = /boot/vmlinuz
    root = /dev/hda8
    label = linux
    read-only
# Alternative: 'linuxbak' zum Booten des alten Kernels
image= /boot/vmlinuz.bak
    root = /dev/hda8
    label = linuxbak
    read-only
```

Die veränderte LILO-Konfigurationsdatei muss jetzt nur noch durch einen Aufruf von `lilo` aktiviert werden. Wenn das Booten des neuen Kernels mit einem Absturz endet, laden Sie wieder die alte Kernel-Version.

Kapitel 10

Drucken und Scannen

Die Druckerunterstützung unter Linux ist an sich sehr gut. Die meisten Distributionen liefern ausgereifte Konfigurationsprogramme mit, die das Einrichten eines Druckers praktisch zum Kinderspiel machen. Allerdings werden die Druckergebnisse möglicherweise nicht immer auf Anhieb perfekt ausfallen. Für viele Drucker gibt es unterschiedliche Treiber – und bei einigen Treibern wieder zahlreiche Parameter, die Einfluss auf die Geschwindigkeit und die Druckqualität haben.

Dieses Kapitel erklärt nicht nur, wie Sie unter Linux Dokumente ausdrucken, sondern auch, warum es so funktioniert und warum zurzeit beinahe jede Distribution ein anderes Software-System (BSD-LPD, LPRng, CUPS) zum Drucken einsetzt. Ein eigener Abschnitt behandelt diverse Hilfsprogramme im Druckumfeld: PostScript- und PDF-Viewer, Dokument- und Grafikkonverter, Programme zur Herstellung von Screenshots etc.

Am Ende des Kapitels finden Sie schließlich noch Informationen zur Verwendung von Scannern unter Linux. Eins gleich vorweg: Unter Linux werden zurzeit leider nur relativ wenige der momentan marktüblichen Scanner unterstützt.

10.1 Drucker-Konfiguration und -Anwendung

In diesem Abschnitt steht die praktische Verwendung des Druckers aus Anwendersicht für die Distributionen Mandrake 8.0, Red Hat 7.1 und SuSE 7.2 im Vordergrund. (Hintergrunddetails folgen in den weiteren Abschnitten.)

Vor jeder Druckerkonfiguration steht allerdings der Kauf des Druckers. Wenn Sie schon einen haben, müssen Sie sehen, wie Sie damit zurechtkommen. Wenn das aber noch nicht der Fall ist, lohnt sich vorher ein Blick auf die folgenden Web-Seiten, wo Sie eine Menge Empfehlungen finden. (Generell gilt, dass sehr viele, aber eben nicht alle Drucker von Linux unterstützt und zum Teil sogar automatisch erkannt werden.)

<http://www.linuxprinting.org>

<http://www.linuxprinting.org/howto/>

HINWEIS

Es gibt einige Drucker, die speziell für den Einsatz unter Windows entwickelt wurden. Die Grundidee besteht darin, dass ein Windows-Programm die gesamte zu druckende Seite zuerst auf dem Rechner vorbereitet und dann an den Drucker überträgt. Derartige Drucker werden oft als Windows- oder GDI-Drucker bezeichnet. (GDI ist eine von Microsoft entwickelte Grafikschnittstelle.)

Das Problem: Das Format zur Datenübertragung der Seite vom Rechner zum Drucker ist in den meisten Fällen nicht öffentlich dokumentiert. Daher werden viele derartige Drucker unter Linux nicht unterstützt. (Einige Ausnahmen sind im Printing-HOWTO bei www.linuxprinting.org dokumentiert.) SuSE-Anwender sollten auch einen Blick auf die folgende Seite werfen:

http://sdb.suse.de/en/sdb/html/ke_printer-gdi.html

Folgende drei Konfigurationstipps gelten für alle Distributionen:

- Bei manchen Druckermodellen stehen gleich mehrere Treiber zur Auswahl. (Warum das so ist, wird auf Seite 429 erklärt.) In solchen Fällen empfiehlt es sich, den Drucker mehrfach unter verschiedenen Namen einzurichten. Damit können Sie die verschiedenen Treiber bequem ausprobieren.

Oft kann man nicht einfach sagen, Treiber x ist besser als Treiber y. Die Qualität des Ausdrucks hängt stark davon ab, was Sie drucken möchten. Nach einigen Experimenten werden Sie wissen, welchen Druckernamen Sie am besten für welche Daten verwenden. (Die Druckqualität wird auch ganz erheblich durch die Einstellung der Treiberparameter – z. B. der DPI-Auflösung – beeinflusst werden.)

Falls Sie vorhaben, auf einem Tintenstrahldrucker möglichst hochwertige Ausdrucke zu erzeugen, sollten Sie dazu die Gimp-Print-Treiber verwenden! (Diese Treiber werden oft auch als stp-Treiber bezeichnet.)

Die Treiber unterscheiden sich nicht nur durch die Qualität der Druckergebnisse, sondern auch durch die Druckgeschwindigkeit. Für den Ausdruck von Programmlistings ist nicht unbedingt ein Druckertreiber zum Fotodruck erforderlich!

- Falls Sie mehrere Drucker besitzen, sollten Sie während der Konfiguration eines Druckers alle anderen ausschalten. In vielen Fällen gelingt es dem Konfigurationsprogramm dann, den Drucker selbstständig zu erkennen.
- Bei der Konfiguration von Druckern stoßen Sie unweigerlich auf den Begriff *Warteschlange* (englisch: *queue*). Generell ist es so, dass Drucker unter Linux nie direkt angesprochen werden, sondern über den Umweg einer Warteschlange. Wenn Sie einen Ausdruck durchführen, müssen Sie daher immer den Namen der Warteschlange angeben. (Per Default wird die Warteschlange `lp` verwendet. Wenn Sie nur einen einzigen Drucker konfiguriert haben, wird dieser über den Namen `lp` angesprochen.)

Eine Warteschlange hat in erster Linie die Aufgabe, Druckjobs zwischenspeichern. Das ist dann notwendig, wenn mehrere Personen gleichzeitig Druckjobs absenden. Die Jobs werden der Reihe nach verarbeitet.

VERWEIS

Dieses Kapitel geht davon aus, dass der Drucker für die lokale Verwendung konfiguriert werden soll. Hinweise, wie Sie einen externen Netzwerkdrucker oder Drucker-Server (Unix/Linux oder Windows/Samba) nutzen können, finden Sie auf Seite 613. Tipps dazu, wie Sie selbst einen Drucker-Server einrichten können, gibt es auf Seite 802 (Linux) und 826 (Samba).

Mandrake

HINWEIS

Bei der Installation von Mandrake haben Sie bei Version 8.0 die Wahl zwischen den Drucksystemen CUPS und LPD. Ab Version 8.1 können Sie sogar zwischen vier Systemen wählen, CUPS, LPD, LPRng oder PDQ. Dieser Abschnitt geht davon aus, dass Sie sich für die Defaultvariante CUPS entschieden haben.

Konfiguration: Zur Konfiguration des Druckers rufen Sie als `root` das Programm `printerdrake` auf. (Unter Mandrake 8.0 ist es erforderlich, dieses Programm für sich und nicht über das Mandrake Control Center auszuführen – andernfalls können Sie einzelne Eingabefelder nicht benutzen.)

Im ersten Dialog können Sie entweder einen schon vorhandenen Drucker auswählen (um dessen Einstellungen zu ändern) oder einen neuen Drucker hinzufügen. Im zweiten Schritt geben Sie an, ob es sich um einen lokalen Drucker oder um einen Netzwerkdrucker (Unix oder Windows) handelt. `printerdrake` schlägt jetzt einen Namen vor, unter dem Sie den Drucker in Zukunft ansprechen können (per Default `lpn`, aber Sie können auch einen beliebigen anderen Namen – ohne Leer- und Sonderzeichen – wählen). Falls Ihr Rechner Teil eines lokalen Netzes ist, sollten Sie einen eindeutigen Namen wählen, weil der Drucker unter diesem Namen im gesamten Netzwerk sichtbar ist. Zwei Drucker mit gleichen Namen auf unterschiedlichen Rechnern sind zwar zulässig, stiften aber Verwirrung und scheinen zudem das Administrationsprogramm `kups` zu überfordern, das dann häufig abstürzt.

Im LOCATION-Feld können Sie angeben, wo sich der Drucker physikalisch befindet. Das ist in großen Netzwerken bzw. Firmen praktisch, wenn die Drucker in verschiedenen Räumen aufgestellt sind. Ansonsten bleibt das LOCATION-Feld meistens frei.

printerdrake sieht keine Möglichkeit vor, die Druckerschnittstelle einzutragen. Das Programm erkennt die Schnittstelle (/dev/lp0 oder /dev/usb/lp0) meist selbst. Sollte das nicht klappen, können Sie die Schnittstelle später im Programm kups bei den Druckereigenschaften richtig einstellen.

Der nächste Dialog zeigt eine schier endlose Liste von Druckermodellen, wobei viele Modelle mehrfach gelistet sind. Wenn es printerdrake gelingt, den Drucker zu erkennen, wird ein passender Treiber gleich ausgewählt – sonst müssen Sie das selbst erledigen. Zu guter Letzt bekommen Sie noch die Möglichkeit, eine Testseite zu drucken.

HINWEIS

printerdrake bietet bei Mandrake 8.0 keine Möglichkeit, die Papiergröße einzustellen. Das können Sie im Anschluss an die Grundkonfiguration wahlweise mit kups oder mit qtcups erledigen. Ein weiterer Mangel von printerdrake besteht darin, dass vorhandene Druckereinstellungen nicht mehr verändert werden können. Abermals bietet sich kups als Ausweg an. Beide Probleme sind mit Mandrake 8.1 behoben.

Dateien drucken: Von nun an können Sie Dateien wahlweise mit einem der beiden folgenden Kommandos drucken:

```
user$ lpr -Pname datei
user$ qtcups datei
```

Bei lpr müssen Sie mit der Option -P ohne Leerzeichen den Druckernamen angeben (also den Namen, den Sie bei der Druckerkonfiguration angegeben haben). Nur für den Standarddrucker (Defaultdrucker) können Sie auf die -P-Option verzichten.

Bei qtcups erscheint ein übersichtlicher Dialog, in dem Sie einen der konfigurierten Drucker auswählen und unzählige Parameter verändern können. Unter anderem ist ein verkleinerter Druck mit zwei oder vier Seiten pro Blatt möglich. Auch die Papierorientierung (Querformat) kann eingestellt werden. Veränderte Druckereinstellungen gelten normalerweise nur für den einen Ausdruck. Wenn Sie Einstellungen bleibend verändern möchten, müssen Sie dazu den in den meisten Dialogblättern vorgesehenen SAVE-Button anklicken.

TIPP

Der qt cups-Dialog erscheint auch, wenn Sie am Mandrake-Desktop das Drucker-Icon anklicken. Für den Textdruck müssen Sie bei vielen Druckermodellen die Seitenränder richtig einstellen und speichern. Andernfalls wird der Ausdruck am Rand abgeschnitten.

Das Mandrake-Druckersystem kommt mit folgenden Dateitypen zurecht: PostScript-Dateien, reine Textdateien und zahlreiche Grafikformate (GIF, PNG, JPEG, TIFF etc.)

Administration: Alle Druckaufträge, die nicht sofort ausgeführt werden können, werden in einer Warteschlange zwischengespeichert. Diese Warteschlange kann sehr komforta-

bel mit `kups` betrachtet und verändert werden (etwa um einzelne Druckjobs wieder zu löschen). In `kups` können Sie auch die Konfiguration vorhandener Drucker ändern (Dialogblatt `PROPERTIES`) bzw. neue Drucker hinzufügen.

TIPP

Wenn es Probleme mit einem Drucker gibt, schalten Sie ihn aus und wieder ein. Anschließend führen Sie in `kups` das Kontextmenükommando `ENABLE PRINTER` aus.

Red Hat

Konfiguration: Zur Konfiguration des Druckers rufen Sie als `root` das Programm `printconf-gui` auf. (Das Programm kann auch über das `kontroll-panel` oder mit dem Kommando `printtool` gestartet werden.) Falls Sie im deutschen Sprachraum arbeiten, empfiehlt es sich, vorher `export LANG=` auszuführen, um so die schwer verständliche Übersetzung der Dialogtexte ins Deutsche zu vermeiden.

`NEW` leitet die Konfiguration eines neuen Druckers ein. Im Feld `QUEUE NAME` geben Sie an, unter welchem Namen Sie den Drucker ansprechen möchten. Als `QUEUE TYPE` verwenden Sie `LOCAL PRINTER`. Als `PRINTER DEVICE` kommt normalerweise nur `/dev/lp0` oder `/dev/usb/lp0` in Frage, je nachdem, ob der Drucker an der parallelen oder an einer USB-Schnittstelle angeschlossen ist.

Der Punkt `PRINTER DRIVER` eröffnet den Zugang zu einer langen Liste von Druckermodellen, aus denen Sie das geeignetste auswählen müssen. Der Button `PRINTER NOTES` gibt einige Zusatzinformationen zum Druckermodell und dessen Treiber. Bei den `DRIVER OPTIONS` können Sie einige weitere Parameter einstellen, unter anderem die gewünschte Auflösung (z. B. 300 DPI) und die Papiergröße.

Nach der Fertigstellung der Konfiguration müssen Sie die Einstellungen speichern (`FILE|SAVE CHANGES`) und den Drucker-Dämon neu starten (`FILE|RESTART LPD`)! Erst jetzt ist es möglich, eine Probeseite auszudrucken.

HINWEIS

Mit jedem `LPD`-Neustart wird `/etc/printcap` durch das Script `printconf-backend` neu erzeugt. Dabei werden die `printconf`-Einstellungen aus der folgenden (gzip-komprimierten) Datei gelesen:

```
/etc/alchemy/namespace/printconf/local.adl
```

Es ist daher sinnlos, irgendwelche manuellen Änderungen in `/etc/printcap` durchzuführen. Wenn Sie einen Drucker per Hand konfigurieren möchten, können Sie das in `/etc/printcap.local tun`.

Dateien drucken: Von nun an können Sie Dateien mit dem folgenden Kommando drucken:

```
user$ lpr -Pname datei
```

Bei `lpr` müssen Sie mit der Option `-P` ohne Leerzeichen den Druckernamen angeben. Für den Standarddrucker (Defaultdrucker) können Sie auf `-P` verzichten.

Das Red-Hat-Druckersystem kommt wie Mandrake mit PostScript-Dateien, reinen Textdateien sowie mit den wichtigsten Grafikformaten (GIF, PNG, JPEG, TIFF etc.) zurecht.

Administration: Alle Druckaufträge, die nicht sofort ausgeführt werden können, werden in Warteschlangen zwischengespeichert (je eine pro eingerichteten Drucker). Diese Warteschlange kann mit `klpq` betrachtet und verändert werden (etwa um einzelne Druckjobs wieder zu löschen).

SuSE

Bei SuSE fällt die Beschreibung insofern schwer, als bei Version 7.2 zwei verschiedene Drucksysteme (BSD-LPD oder CUPS) zur Auswahl stehen. Per Default ist das BSD-System installiert, sodass sich diese Beschreibung vorerst daran orientiert.

Konfiguration: Zur Konfiguration starten Sie YaST2, Modul `HARDWARE|DRUCKER`. Im günstigsten Fall erkennt YaST2 den Drucker auf Anhieb – andernfalls müssen Sie das Modell aus einer langen Liste auswählen. Anschließend können Sie im Dialog `DRUCKER-EINSTELLUNGEN` den gewünschten Treiber (falls es mehrere gibt) und das Papierformat auswählen. Die Qualität der Treiber können Sie bereits an dieser Stelle mit einem Probeausdruck testen.

In einem weiteren Dialog können Sie angeben, wie Texte ausgedruckt werden sollen: Mit ein oder zwei Seiten pro Blatt, mit oder ohne Kopfzeile, im Querformat etc. Diese Einstellungen gelten nur für den Druck einfacher Textdateien (nicht für Grafiken, Drucke aus KDE- oder Gnome-Programmen etc.)! Auch hier können Sie die Einstellungen mit einem Testausdruck überprüfen. Mit dem Button `BEENDEN` werden die Einstellungen schließlich in den folgenden Dateien gespeichert.

`/etc/printcap`: Basiskonfiguration

`/etc/apsfilterrc.y2prn_name.upp`: spezifische Zusatzeinstellungen

TIPP

Wenn Sie die Konfiguration eines schon installierten Druckers ändern möchten, wählen Sie im Startdialog der YaST2-Druckerkonfiguration die Option `DRUCKER ÜBERSPRINGEN`. Damit gelangen Sie in einen Dialog, der alle bereits definierten Drucker aufzählt.

Dateien drucken: Von nun an können Sie Dateien mit dem folgenden Kommando drucken:

```
user$ lpr -Pname datei
```

Bei `lpr` müssen Sie mit der Option `-P` ohne Leerzeichen den Druckernamen angeben. Für den Standarddrucker (Defaultdrucker) können Sie auf `-P` verzichten. Wie bei Mandrake und Red Hat erkennt auch SuSE Text-, PostScript und die wichtigsten Grafikformate und führt eine automatische Konvertierung durch.

Eine SuSE-Besonderheit besteht darin, dass zu jedem Drucker drei Warteschlangen eingerichtet werden: *name* gilt für die normale Verwendung. Wenn stattdessen die Warteschlange *name-raw* verwendet wird, reicht der Druckertreiber die Daten unverändert an den Drucker weiter. Das ist dann sinnvoll, wenn Sie die Datei schon selbst in das Druckerformat umgewandelt haben. *name-ascii* eignet sich zum Ausdruck von Textdateien.

HINWEIS

YaST2 hat die Unart, jeder Warteschlange zahlreiche Alias-Namen zu geben. (Alias-Namen sind alternative Namen, unter denen die Warteschlange bzw. der damit verbundene Drucker angesprochen wird.) Diese Alias-Namen werden offensichtlich für die interne Administration benötigt.

Die vielen Alias-Namen in Kombination mit drei Warteschlangen führen dazu, dass jeder Drucker mit gut einem Dutzend verschiedener Namen angesprochen werden kann, was manchmal Verwirrung stiftet.

Administration: Alle Druckaufträge, die nicht sofort ausgeführt werden können, werden in Warteschlangen zwischengespeichert (je eine pro eingerichteten Drucker). Diese Warteschlange kann mit `k1pq` betrachtet und verändert werden (etwa um einzelne Druckjobs wieder zu löschen).

CUPS: Wenn Sie in YaST2 das Icon `SONSTIGES|DRUCKER IN CUPS` anklicken, wird das Druckersystem auf CUPS umgestellt. Dazu werden die CUPS-Pakete automatisch installiert, das BSD-LPD-Paket entfernt. Damit ändern sich auch die Druckerkonfigurationsdialoge in YaST2. (Die CUPS-Dialoge machen bei SuSE 7.2 allerdings noch einen etwas unausgereiften Eindruck.) Beachten Sie, dass mit der Umstellung des Druckersystems alle bereits definierten Drucker verloren gehen!

Die bei Mandrake schon erwähnten CUPS-Hilfsprogramme `qt-cups` und `kups` werden auch bei SuSE mitgeliefert, müssen aber explizit mit YaST2 installiert werden. (Das geschieht nicht automatisch bei der CUPS-Umstellung.)

Drucken mit KDE-, Gnome- und X-Programmen

Leider sind die vielen KDE- und Gnome-Programme bisher nicht mit einheitlichen und komfortablen Druckdialogen ausgestattet. (Bei KDE beginnt sich dies mit KDE 2.2 zu ändern.) Bei einigen Programmen können Sie den Druckernamen komfortabel aus einer Liste auswählen (z. B. bei KOffice-Programmen). Bei der Mehrheit der KDE- und Gnome-Programme müssen Sie dagegen explizit das Druckkommando eintippen. Im Regelfall lautet dieses `lpr -Pname`, wobei *name* der Druckername ist. Zwischen `-P` und dem Namen darf kein Leerzeichen angegeben werden. Nur wenn Sie am Standarddrucker (Defaultdrucker) drucken möchten, reicht `lpr` ohne die `-P`-Option.

Was für KDE- und Gnome-Programme gilt, gilt noch viel mehr für alle anderen X-Programme: Es fehlt eine einheitliche Schnittstelle, über die der Drucker angesprochen wird. In den meisten Fällen gibt es aber auch hier eine Möglichkeit, das Druckkommando explizit anzugeben.

Druckerunterstützung ab KDE 2.2: Bei KDE hat sich mit Version 2.2 die Druckerunterstützung signifikant verbessert. Es gibt nun im Kontrollzentrum einen eigenen Drucker-Manager (SYSTEM|PRINTING MANAGER, siehe Abbildung 10.1). Dieses Programm kooperiert besonders gut mit CUPS, kommt aber auch mit den meisten anderen Drucksystemen zurecht. Falls Sie CUPS verwenden, bietet der Druck-Manager fast alle Funktionen, die cups bietet (siehe auch Seite 422): Sie können neue Drucker konfigurieren, die Warteschlangen vorhandener Drucker bearbeiten etc.

Neben den durch das Drucksystem definierten Druckern kennt KDE nun vier Pseudo-Druckerschnittstellen:

- **PRINT TO FILE (PDF)** wandelt das zu druckende Dokument in eine PDF-Datei um. Dazu kommt das zu ghostscript gehörende Programm ps2pdf zum Einsatz.
- **MAIL PDF FILE** setzt ebenfalls ps2pdf ein und übergibt die PDF-Dateien dann an kmail. Das erleichtert das Versenden von Dokumenten in einem Format, das (fast) jeder darstellen kann.
- **PRINT TO FILE** leitet die Ausgabe einfach in eine Datei um. (Die resultierende Datei hat dann das PostScript-Format.)
- **SEND TO FAX** verwendet das Programm kdeprintfax, um das Dokument als Fax zu versenden.

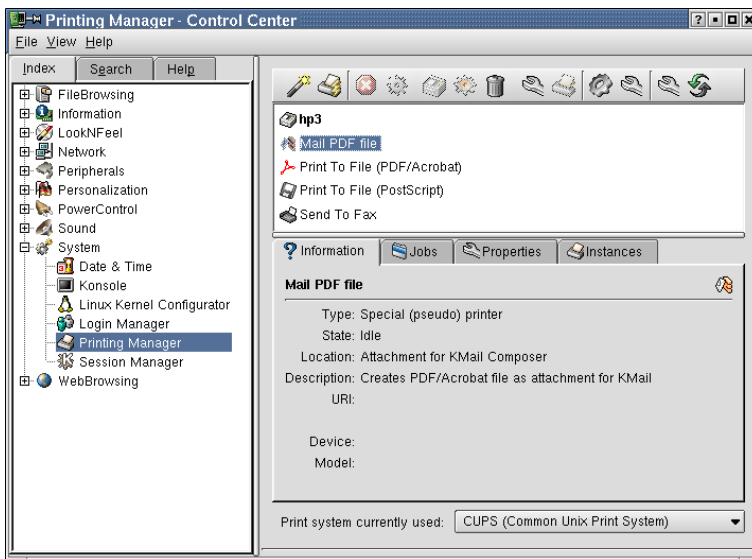


Abbildung 10.1: Drucker-Administration mit dem KDE-Kontrollzentrum

Leider sehen noch nicht alle KDE-Programme die Verwendung der neuen Druckerschnittstelle vor. Gut funktioniert die Kommunikation beispielsweise bei den Komponenten von KOffice 1.1 und beim Editor kate.

10.2 Druckinterna

Dieser Abschnitt beschreibt den Druckprozess unter Linux. Der Abschnitt beginnt mit dem einfachsten Fall (Ausdruck einer PostScript-Datei auf einem PostScript-Drucker durch root). Bis zum Ende des Abschnitts werden die diversen Zusatzprogramme vorgestellt, die notwendig sind, damit ein Ausdruck auch sonst funktioniert (z. B. wenn eine Grafikdatei auf einem Tintenstrahldrucker ausgedruckt werden soll).

PostScript: Die gesamte Unix-Druckphilosophie basiert auf PostScript-Druckern. PostScript ist eine Programmiersprache zur Beschreibung von Seiteninhalten. PostScript-Drucker erwarten Druckdaten in diesem Format.

Der Vorteil von PostScript gegenüber anderen Formaten besteht darin, dass die Beschreibung ein Vektorformat verwendet und daher in beliebiger Auflösung funktioniert. Dieselbe PostScript-Datei wird umso schärfer ausgedruckt, je besser (je höher auflösend) der Drucker ist. Deswegen spielt PostScript nicht nur unter Unix, sondern vor allem im Druckgewerbe eine dominierende Rolle.

PostScript-Vorteile hin oder her: Tatsache ist, dass fast alle Unix/Linux-Programme, die Druckfunktionen anbieten, ausschließlich PostScript-Dateien erzeugen können. Jetzt stellt sich also die Frage, wie solche Dateien zum Drucker kommen.

Drucker-Devices: Der Ausdruck ist dann am einfachsten, wenn Sie tatsächlich einen PostScript-Drucker besitzen, dieser an die parallele Schnittstelle angeschlossen ist und Sie als root arbeiten. In diesem Fall senden Sie die PostScript-Datei einfach mit cp an das Device der parallelen Schnittstelle. (Linux kennt drei Devices für die parallele Schnittstelle, /dev/lp0 bis /dev/lp2. Normalerweise ist Ihr Drucker an /dev/lp0 angeschlossen.)

```
root# cp datei.ps /dev/lp0
```

Wenn Ihr Drucker an eine serielle Schnittstelle angeschlossen ist oder wenn es sich um ein USB-Gerät handelt, ändert sich nur der Device-Name:

```
root# cp datei.ps /dev/ttyS0
root# cp datei.ps /dev/usb/lp0
```

Spooling-Systeme: Nun will normalerweise nicht nur root drucken, sondern auch andere Benutzer. Möglicherweise nicht nur solche, die lokal am Rechner arbeiten, sondern auch welche, die auf einem anderen Rechner im Netzwerk arbeiten. Und keiner von ihnen möchte sich mit Device-Namen herumärgern (geschweige denn damit, dass der Zugriff auf diese Devices meist nicht erlaubt ist).

Aus diesem Grund gibt es so genannte Spooling-Systeme. Sie haben mehrere Aufgaben:

- Sie stellen einfach zu bedienende Kommandos zum Drucken zur Verfügung, dank derer beim Ausdruck kein Device-Name, sondern einfach der Druckername angegeben werden muss.

- Sie erlauben je nach Konfiguration allen Benutzern (auch in einem Netzwerk) das Drucken.
- Sie ermöglichen es, an einen Rechner mehrere Drucker anzuschließen und zu verwalten.
- Wenn mehrere Druckaufträge gleichzeitig eintreffen, werden die Aufträge in so genannten Warteschlangen (*print queues*) zwischengespeichert, bis der Drucker frei ist.
- Außerdem können Spooling-Systeme diverse Zusatzfunktionen übernehmen, etwa eine Protokollierung, wer wie viel druckt etc.

Unter Linux war lange Zeit das **BSD-LPD**-System üblich. (LPR steht für *line printer*; BSD ist ein anderes Unix-ähnliches System, in dem der LPR-Code erstmals zum Einsatz kam.) In letzter Zeit hat sich das Angebot aber stark vergrößert, und je nach Distribution kommen die unterschiedlichsten Spooling-Systeme zum Einsatz: **LPRng** ist zu BSD-LPD sehr ähnlich, ist aber deutlich sicherer und weist einige Zusatzfunktionen auf. **CUPS** ist das zurzeit modernste System und wird sich möglicherweise in Zukunft als neuer De-facto-Standard durchsetzen. CUPS funktioniert allerdings noch nicht so stabil wie BSD-LPD oder LPRng.

Auch wenn sich die drei erwähnten Spooling-Systeme hinter den Kulissen sehr stark voneinander unterscheiden, ist glücklicherweise die Oberfläche einheitlich. Das Kommando zum Drucken einer Datei lautet daher bei allen:

```
user$ lpr -Pname datei
```

Dabei ist *name* der Name des Druckers (genau genommen: der Name der Druckerwarteschlange). Der Name muss ohne Leerzeichen mit der Option `-P` angegeben werden. Einige weitere Kommandos zur Administration der Druckaufträge sind auf Seite 412 beschrieben.

Drucker-Filter (Ghostscript): Bis jetzt lautete die Voraussetzung zum Drucken, dass der Drucker PostScript-kompatibel war. Das ist aber nur bei sehr wenigen, meist teuren Seitendruckern der Fall. Damit das Drucken einer PostScript-Datei auch sonst funktioniert, ist eine Umwandlung der PostScript-Daten in das jeweilige Druckerformat erforderlich. Dazu kommt das Programm Ghostscript (Programmname `gs`) zum Einsatz. Es wandelt die PostScript-Daten seitenweise in Bitmaps um und gibt diese – angereichert mit den Druckbefehlen des jeweiligen Druckers – weiter.

Um den Aufruf von `gs` kümmert sich ein so genannter Filter. Ein Filter ist ein Programm (ein Script), das Eingabedaten verarbeitet und Ausgabedaten liefert. Der Filter für den Druckprozess muss insbesondere die richtigen Parameter an `gs` weitergeben (also den Namen des Druckermodells, die gewünschte Auflösung, die gewünschte Seitengröße etc.).

Dokument-Filter: Nun ist PostScript zwar das Format aller Druckdateien – aber manchmal soll nur eine einfache Text- oder Grafikdatei gedruckt werden. Natürlich können Sie die Textdatei in einen Editor laden, der die Datei dann im PostScript-Format ausdruckt; ebenso können Sie die Grafikdatei mit `xv` oder einem der vielen anderen Grafikprogram-

me laden und damit (wieder im PostScript-Format) ausdrucken. Aber noch bequemer wäre es, wenn Sie auch für derartige Dateien einfach `lpr datei` ausführen könnten.

Nun, für viele Dateitypen können Sie das tatsächlich. Damit das funktioniert, versucht das Spooling-System den Typ der zu druckenden Datei zu erkennen. Wenn das gelingt und wenn es sich nicht schon um eine PostScript-Datei handelt, wird die Datei mit geeigneten Programmen in das PostScript-Format umgewandelt. Der Aufruf dieser Konvertierungskommandos erfolgt abermals durch ein Filter-Script.

Und jetzt alles zusammen: Sie haben auf Ihrem Rechner einen Tintenstrahldrucker (kein PostScript) richtig konfiguriert. (Der Druckername sei `hp640`.) Nun möchten Sie die Grafikdatei `mypicture.png` ausdrucken und führen das folgende Kommando aus:

```
user$ lpr -Php640 mypicture.png
```

Jetzt laufen die folgenden Operationen ab:

- `lpr` gibt die Datei an das Spooling-System weiter.
- Dieses gibt die Datei an das Filtersystem weiter.
- Der Filter erkennt den Dateityp (PNG) und wandelt die Bitmap in das PostScript-Format um.
- Die PostScript-Daten werden an Ghostscript weitergegeben, das die PostScript-Daten in das Format des Druckers umwandelt. Je nach Druckertyp und Auflösung kostet diese Umwandlung eine Menge RAM und temporären Speicherplatz (weil eine riesige Bitmap zur Beschreibung der gesamten Seite gebildet wird).
- Wenn der Drucker nicht mit anderen Druckjobs beschäftigt ist, werden die so aufbereiteten Daten ausgedruckt.

Leider (oder zum Glück, wenn man die vielen Verbesserungen der letzten Zeit betrachtet) ist die gesamte am Druckprozess beteiligte Software momentan stark im Umbruch begriffen. Jede Distribution verwendet andere Konfigurationswerkzeuge, Spooling-Systeme sowie Input- und Output-Filter. Folglich sind auch die Konfigurationsdateien bei jeder Distribution woanders. Ein manueller Eingriff in dieses System ist zumeist mangels distributionsspezifischer Dokumentation unmöglich, sodass Sie auf die mitgelieferten Konfigurationswerkzeuge angewiesen sind.

Mandrake 8.0, 8.1:

Konfiguration: `printerdrake` oder `gtcps`

Spooling-System: CUPS (alternativ LPD, ab 8.1 auch LPRng und PDQ)

Filter-System: CUPS (alternativ LPD, ab 8.1 auch LPRng und PDQ)

Red Hat 7.1, 7.2:

Konfiguration: `printconf`

Spooling-System: LPRng

Filtersystem: Magicfilter (Red-Hat-Eigenentwicklung)

SuSE 7.2:

Konfiguration: YaST2

Spooling-System: BSD-LPD (alternativ auch CUPS)

Filtersystem: apsfilter

10.3 Spooling-Systeme

Spooling-Systeme sind für die Weiterleitung von Druckaufträgen an den Drucker zuständig. Sie sind auch für die Vor- und Nachverarbeitung der Druckdateien (Input- und Output-Filter) verantwortlich, wobei diese Aufgabe aber zumeist an andere Programmkomponenten delegiert wird.

Dieser Abschnitt beginnt mit einer Beschreibung des BSD-LPD-Systems. Diese Beschreibung sollten Sie selbst dann lesen, wenn Ihre Distribution ein anderes Spooling-System verwendet; die wichtigsten LPD-Kommandos werden nämlich auch von den meisten anderen Spooling-Systemen nachgebildet. (Aus diesem Grund funktioniert `lpr datei` unabhängig vom Spooling-System.)

VERWEIS

Dieser Abschnitt behandelt nur lokale Drucker. Hinweise, wie Sie Dateien auf einem externen Netzwerkdrucker oder Drucker-Server (Unix/Linux oder Windows/Samba) nutzen können, finden Sie auf Seite 613. Tipps dazu, wie Sie selbst einen Drucker-Server einrichten können, gibt es auf Seite 802 (Linux) und 826 (Samba).

BSD-LPD

Das BSD-LPD-System (oft auch einfach LPD oder aber BSD-LPR genannt) ist gleichsam der Urvater vieler aktueller Spooling-Systeme. Viele Neuentwicklungen orientieren sich zumindest insofern an BSD-LPD, als elementare Kommandos und zum Teil sogar einige Konfigurationsdateien kompatibel sind.

Dateien drucken mit `lpr`

Wie bereits mehrfach erwähnt wurde, sendet das Kommando `lpr datei` die Datei an den Standarddrucker. Wenn Sie mehrere Drucker (oder mehrere unterschiedliche Konfigurationen für denselben Drucker) konfiguriert haben und nicht den Standarddrucker verwenden möchten, müssen Sie den Namen des Druckers explizit mit der Option `-P` angeben. Beachten Sie, dass der Option kein Leerzeichen folgt!

```
user$ lpr -Pname datei
```

`lpr` kann mit `|` an andere Textkommandos angefügt werden. Das bewirkt, dass das Ergebnis des ersten Kommandos direkt ausgedruckt wird. Mit dem folgenden Beispiel wird der Inhalt des aktuellen Verzeichnisses ausgedruckt:


```
user$ ls -l | lpr
```

`lpr` kennt zahlreiche weitere Optionen, von denen hier die wichtigsten kurz beschrieben sind.

- l Laut der man-Seite der BSD-LPD-Distribution verwendet `lpr` mit dieser Option einen Filter, der die Interpretation bestimmter Sonderzeichen ermöglicht. Tatsächlich bewirkt diese Option aber, dass das sonst übliche Filtersystem umgangen wird und die Druckerdaten unverändert an den Drucker gesendet werden. Es kommt also weder ein Dokumentenfilter noch GhostScript zur Anwendung. Die Option ist dann sinnvoll, wenn eine Druckdatei bereits im druckerspezifischen Format vorliegt. (Bei CUPS ist diese Option auch in diesem Sinn beschrieben.)
- m sendet eine E-Mail, wenn der Druckjob abgeschlossen ist. Das funktioniert natürlich nur, wenn am Rechner ein lokaler E-Mail-Server (üblicherweise `sendmail`) installiert und richtig konfiguriert ist.
- s verwendet einen symbolischen Link, anstatt die zu druckende Datei in das Spooling-Verzeichnis zu kopieren. Das spart bei großen Druckjobs Platz auf der Festplatte.

Administration von Druckjobs mit `lpq` und `lprm`

Alle an den Drucker gesandten Daten werden von `lpd` im Verzeichnis `/var/spool/lpd/*` zwischengespeichert, bis der Ausdruck abgeschlossen ist. Es ist daher möglich, mehrere Druckkommandos hintereinander auszuführen, bevor der Ausdruck der ersten Datei abgeschlossen ist.

Eine Liste aller zwischengespeicherten Dateien bzw. Druckaufträge erhalten Sie mit dem Kommando `lpq`. Dabei werden auch die Größe der Datei sowie eine Jobnummer angegeben. Diese Jobnummer können Sie als Parameter von `lprm` angeben, um eine Datei aus dem Druckerspooler zu entfernen. Beachten Sie bitte, dass alle Spool-Daten auf der Festplatte gespeichert werden. Ein Neustart von Linux ändert daran nichts. `lpd` stellt nach dem Neustart fest, dass es noch nicht ausgedruckte Dateien gibt, und wird weiterhin versuchen, die Daten an den Drucker zu übertragen.

HINWEIS

`lpq` und `lprm` gelten automatisch für den Default-Drucker `lp`. Wenn Sie mehrere Drucker konfiguriert haben, gibt es auch mehrere Druckerwarteschlangen. Zu deren Bearbeitung durch `lpq` und `lprm` müssen Sie wie bei `lpr` den Namen des Druckers mit der Option `-Pname` angeben.

Eine feinere Kontrolle über den Druckvorgang gestattet das Kommando `lpc`. Nach dem Start dieses Kommandos befinden Sie sich in einer eigenen Arbeitsumgebung, in der Sie Kommandos wie `status`, `help` etc. ausführen können. Mit `topq` können Sie einen Druckjob in der Warteliste nach oben befördern. Als Parameter müssen Sie den Drucker-namen und die Jobnummer angeben. Ein Teil der Kommandos in `lpc` (so auch `topq`) darf nur von `root` ausgeführt werden. `exit`, `bye` oder `quit` beenden `lpc`.

Wesentlich komfortabler gelingt die Verwaltung des Drucker-Spoolers mit dem KDE-Programm `klpq` (siehe Abbildung 10.2).

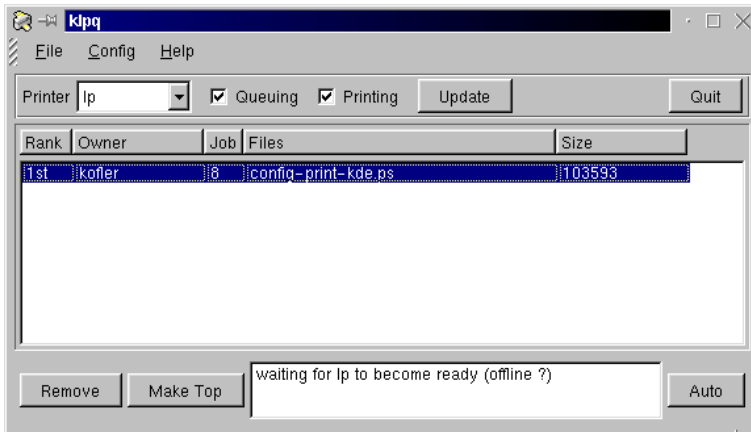


Abbildung 10.2: Verwaltung des Drucker-Spoolers mit `klpq`

Der Drucker-Dämon `lpd`

Damit `lpr`, `lpq`, `lprm` und andere Druckkommandos funktionieren, muss im Hintergrund der Drucker-Dämon `lpd` laufen. Er wird während des Init-V-Prozesses gestartet.

Druckerkonfiguration durch `/etc/printcap`

Beim Start von `lpd` wird die Datei `/etc/printcap` ausgewertet. Diese Datei enthält in einer leider ziemlich unübersichtlichen Syntax die Daten zur Konfiguration des Druckers (oder der Drucker, falls mehrere angeschlossen sind). Eine Minimalkonfiguration eines PostScript-Druckers ohne Filter kann folgendermaßen aussehen:

```
# /etc/printcap
lp|zweitername:\
:lp=/dev/lp0:\
:sd=/usr/spool/lp0:\
:mx#0:\
:sh
```

Der Drucker kann wahlweise mit dem Namen `lp` oder `zweitername` angesprochen werden. (Mit `|` können weitere Alias-Namen angegeben werden. Der Name `lp` hat eine besondere Bedeutung und bezeichnet den Defaultdrucker.)

`/etc/printcap`-Parameter können auch in einer langen Zeile (ohne `\`-Zeichen) angegeben werden. Bei einer Aufteilung über mehrere Zeilen (wie im obigen Beispiel) müssen die einzelnen Einträge beidseitig durch Doppelpunkte eingeklammert sein, sonst kommt `lpd` durch die Leerzeichen der Einrückung in Schwierigkeiten. Die folgende Liste zählt die wichtigsten `printcap`-Schlüsselwörter auf.

- `af=` bezeichnet die Datei, in der alle Druckjobs protokolliert werden.
- `if=` gibt den Programm- bzw. Script-Namen des Filters an. (Der Filter kümmert sich um die Umwandlung der Ausgangsdaten in das PostScript-Format. Wenn kein PostScript-Drucker verwendet wird, werden anschließend die PostScript-Daten in das Format des Druckers umgewandelt. Der Filter kann schließlich auch die Protokollierung der Druckjobs durchführen.)
- `lf=` bezeichnet die Datei für die Fehlermeldungen.
- `lp=` stellt das Drucker-Device ein.
- `mx#0` bewirkt, dass die Größe von Druckdateien unbegrenzt ist.
- `sd=` stellt das Verzeichnis ein, in dem Spool-Dateien zwischengespeichert werden sollen.
- `sh` bewirkt, dass `lpd` auf den Ausdruck einer Titelseite vor jedem Ausdruck verzichtet.
- `tr=` gibt eine Zeichenkette an, die zum Abschluss an den Drucker gesandt wird.

HINWEIS

Wegen der sehr distributionsspezifischen Abstimmung des Drucksystems ist es selten eine gute Idee, `/etc/printcap` manuell zu verändern. Verwenden Sie stattdessen die Konfigurationswerkzeuge Ihrer Distribution!

Wenn Sie dennoch mit `printcap` experimentieren möchten, beachten Sie, dass Veränderungen erst nach einem Neustart von `lpd` gültig werden! Dazu führen Sie `/etc/init.d/lpd restart` aus.

VERWEIS

Einige weitere Informationen zur Konfiguration von `printcap` finden Sie hier:

Netzwerkdrucker nutzen (Client): Seite 618

Netzwerkdrucker selbst einrichten (Server): Seite 803

Eine gute Übersicht über die Schlüsselwörter in `printcap` liefert man `printcap`.

LPRng

LPRng (*Line Printer next generation*) ist eine komplette Neuimplementierung des BSD-LPD-Systems. LPRng ist weitestgehend kompatibel zu BSD-LPD, zeichnet sich aber durch die folgenden Vorteile aus:

- LPRng ist sicherer. (Es gibt keine Programme mit `suid`-Bit.)
- LPRng bietet ein flexibleres System zur Einstellung von Zugriffsrechten für den Druck in Netzwerken.
- LPRng ermöglicht es, mehrere Drucker über dieselbe Warteschlange anzusprechen. Dazu wird eine so genannte Klasse eingerichtet, die mehrere Drucker umfasst. Alle Druckaufträge, die an diese Klasse gesendet werden, werden automatisch an den ersten freien Drucker weitergeleitet. (Das ist praktisch, um Druckerpools zu bilden.)

- LPRng ist generell für riesige Drucksysteme optimiert, kommt also oft zum Einsatz, wenn Hunderte von Druckern verwaltet werden sollen.
- LPRng ist exzellent dokumentiert.

Weitere Informationen zu LPRng finden Sie unter:

<http://www.lprng.com>

Kommandos zum Drucken und zur Administration

Aus Gründen der Kompatibilität zu BSD-LPD stehen auch unter LPRng die oben beschriebenen Kommandos `lpr`, `lpq`, `lprm` und `lpc` zur Verfügung. Dazu kommt noch das Kommando `lpstat` hinzu. Es zeigt Informationen über Klassen, Drucker und deren Druckjobs an.

Die folgende Liste fasst die wichtigsten Optionen von `lpstat` zusammen:

- a zeigt für alle Drucker an, ob sie bereit sind, Druckaufträge entgegenzunehmen.
- c zeigt alle Klassen an.
- s zeigt eine Statusübersicht an (Defaultdrucker, Liste aller Klassen und Drucker samt Device-Namen etc.).
- t zeigt alle verfügbaren Informationen an.

Konfiguration

Die Konfiguration von LPRng erfolgt durch die folgenden drei Dateien, zu denen es jeweils ausführliche man-Seiten gibt:

`/etc/lpd.conf`: globale LPRng-Konfiguration
`/etc/printcap`: Druckerkonfiguration, ähnlich LPR-BSD
`/etc/lpd.perms`: Zugriffsrechte (insbesondere für Netzwerkdrucker)

Wenn Sie LPRng auf einem Einzelrechner (ohne Netzwerk) für nur einen Drucker anwenden, gibt es kaum sichtbare Unterschiede zu dem im vorigen Abschnitt beschriebenen BSD-LPD-System. Unterschiede gibt es aber sehr wohl, wenn Sie mit LPRng Netzwerkdrucker einrichten möchten (siehe Seite 803).

LPRng wird per Default z. B. von Red Hat eingesetzt. Eine Red-Hat-spezifische Besonderheit besteht darin, dass `/etc/printcap` bei jedem Start neu erzeugt wird (siehe Seite 405). `/etc/lpd.conf` ist in der Red-Hat-Defaultkonfiguration leer (d. h., die Datei enthält nur Kommentare).

CUPS

CUPS steht für *Common UNIX Printing System*. Das CUPS-Projekt wurde mit dem Ziel gegründet, die Druckerverwaltung unter Unix/Linux vollkommen neu zu organisieren. Zu den wesentlichsten Vorteilen von CUPS zählen:

- CUPS bietet eine weitaus bessere Integration aller druckerrelevanten Funktionen. CUPS kümmert sich nicht nur um das Spooling, sondern stellt auch das Filtersystem zur Verfügung, bietet Hilfsmittel zur Druckerkonfiguration und zur Einstellung von Druckerparametern etc. CUPS und GhostScript stellen insofern eine Komplettlösung dar (während andere Drucksysteme aus viel mehr Einzelteilen bestehen, deren Zusammenarbeit oft Probleme bereitet).
- Der Input-Filter (Dokument-Filter) basiert auf MIME-Dateien, was die Konfiguration wesentlich vereinfacht.
- Zur Druckerkonfiguration können die weit verbreiteten PPD-Dateien verwendet werden (*PostScript Printer Description*). Diese Dateien eignen sich auch zur Beschreibung von Nicht-PostScript-Druckern.
- Die Druckeradministration kann auch über das Internet erfolgen. CUPS enthält dazu einen eigenen HTTP-Server. Laden Sie mit Ihrem Webbrowser die folgende Seite!

<http://localhost:631>

- Die Netzwerkkonfiguration von CUPS (siehe auch Seite 805) orientiert sich stark an der von Apache.
- CUPS unterstützt das neue Internet-Printing-Protocol (IPP). Ob sich dieses Protokoll bei Druckerherstellern und/oder bei Drucker-Software durchsetzt, bleibt aber noch abzuwarten. Detaillierte Informationen zu IPP finden Sie unter:

<http://www.pwg.org/ipp/>

<http://www.linux-magazin.de/ausgabe/2000/06/CUPS/cups.html>

- Wie bei LPRng können Klassen eingerichtet werden, um so Drucker-Pools zu konfigurieren.
- Dank CUPS ist es möglich, einen raschen Überblick über alle im Netzwerk verfügbaren Drucker zu erhalten (*printer browsing*).
- Die wichtigsten CUPS-Funktionen können bereits jetzt mit benutzerfreundlichen Werkzeugen wie `gtcps`, `kups`, `xpp` oder `gtklp` gesteuert werden. Mit KDE 2.2 bekommen zudem alle KDE-Programme Zugang zu einem CUPS-kompatiblen Druckdialog. (Mit KDE 2.2 bekommt KDE neue Funktionen zur Druckerverwaltung, die insbesondere für den Einsatz zusammen mit CUPS optimiert sind. Beispielsweise können die konfigurierten Drucker im Konqueror mit `print :` angesprochen werden.)
- Zu CUPS steht eine umfassende Dokumentation zur Verfügung (wahrscheinlich mehr, als Sie je lesen werden).

CUPS ist ein noch relativ neues System, was leider bisweilen in der noch nicht optimalen Stabilität zum Ausdruck kommt. Zudem ist es viel schwieriger als mit BSD-LPD oder LPRng, den Zugriff auf einzelne Drucker einzuschränken. CUPS kommt daher in großen Netzwerken eher selten zum Einsatz.

CUPS ist aber das bei weitem benutzerfreundlichste Drucksystem, das zurzeit für Linux verfügbar ist, und hat deswegen gute Chancen, sich in naher Zukunft auf breiter Basis durchzusetzen (zumindest im Desktop-Bereich, also für alle Anwender, die Linux privat und nicht als Server einsetzen). Die Beschreibung von CUPS in diesem Kapitel fällt daher etwas ausführlicher aus. Dieser Abschnitt beschreibt CUPS aus Anwendersicht. Der nächste Abschnitt geht auf einige CUPS-Internia ein. Weitere Informationen zum CUPS-Projekt finden Sie unter:

<http://localhost:631/documentation.html>

<http://www.cups.org/>

HINWEIS

Während verschiedener Tests mit CUPS ist es immer wieder vorgekommen, dass CUPS auf einem angeschlossenen und erkannten USB-Drucker einfach nichts ausdrucken wollte. `kups` gab als Status *stopped (unknown reason)* an. `lpstat -p` gab die Information *disabled – reason unknown* aus. Die Ursache für dieses Phänomen (CUPS oder USB) ist unklar geblieben.

Das Problem ließ sich immer dadurch lösen, dass der Drucker in `kups` wieder aktiviert wurde (Kontextmenükommando `ENABLE`). Alternativ können Sie auch `lpadmin -p drucker -E` ausführen.

Aber auch das umgekehrte Problem ist aufgetreten: Obwohl der USB-Drucker ausgeschaltet war, wurden Druckjobs angenommen und offensichtlich an die tote Schnittstelle `/dev/usb/lp0` gesandt (anstatt die Jobs in der Warteschlange zu halten, bis der Drucker wieder online ist). Die Druckaufträge sind damit unwiderbringlich verloren. Auch in diesem Fall ist unklar geblieben, weswegen CUPS oder das USB-System nicht erkannt hat, dass der Drucker nicht mehr verfügbar war.

Kommandos zum Drucken und zur Administration

Auch CUPS kennt die bei BSD-LPD beschriebenen Kommandos `lpr`, `lpq`, `lprm` und `lpc` sowie das bei LPRng beschriebene Kommando `lpstat`. Darüber hinaus kann zum Drucken auch das Kommando `lp` verwendet werden (Syntax siehe `man 1 lp`). Dieses Kommando soll Umsteigern von System-V-Drucksystemen das Leben erleichtern. (Dabei handelt es sich um ein weiteres Spooling-System, das unter Linux aber keine große Rolle spielt und hier nicht behandelt wird.)

Die CUPS-Administrationskommandos kennen allerdings einige zusätzliche Optionen im Vergleich zum BSD-LPD-System. Hier sind nur zwei wichtige Details erwähnt:

lpr: Mit der Option `-o` können diverse Zusatzparameter (z. B. Druckereinstellungen, Formatierungsoptionen) übergeben werden. Die folgenden Zeilen zeigen zwei Beispiele. (Zahllose weitere Beispiele finden Sie im CUPS Software Users Manual auf der CUPS-Website.)

```
user$ lpr -o media=A4 filename
user$ lpr -o page-ranges=23-27,29,31 filename
```

lpq: Mit der Option -a werden alle zurzeit bekannten Druckjobs angezeigt (nicht nur die für einen bestimmten Drucker).

Webadministration: Die Administration von CUPS kann auch über das Internet erfolgen. CUPS enthält dazu einen eingebauten HTTP-Server, der über den Port 631 zugänglich ist. (631 ist die Port-Nummer des *Internet Printing Protocols* IPP.) Um diese Funktion auszuprobieren, betrachten Sie mit Ihren Webbrowser die Seite `http://localhost:631`.

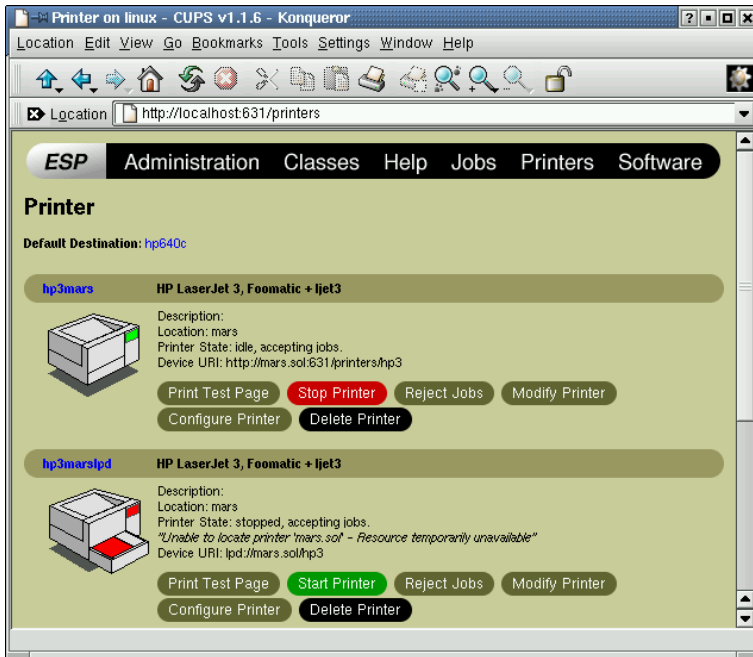


Abbildung 10.3: CUPS-Webadministration

CUPS-spezifische Kommandos

Neben den aus anderen Spooling-Systemen bekannten Kommandos gibt es bei CUPS noch eine Menge weiterer Kommandos, von denen hier nur die wichtigsten kurz vorgestellt werden.

lpinfo: Das Kommando zeigt alle bekannten Druck-Devices (-v) bzw. alle bekannten Druckertreiber an (-m).

```
root# lpinfo -m
adobe/adistill.ppd.gz Acrobat Distiller 2017.801
adobe/aljii523.ppd.gz Adobe LaserJet II Cartridge v52.3
Alps/MD-1000-md2k.ppd.gz Alps MD-1000, Foomatic + md2k
pcl3/Apollo-P-1200-pcl3.ppd.gz Apollo P-1200, Foomatic + pcl3
Apollo/P-2200-cdj550.ppd.gz Apollo P-2200, Foomatic + cdj550
Apple/12_640ps-Postscript.ppd.gz Apple 12/640ps, Foomatic + Postscript
...
```

lpstat: lpstat gibt wie bei LPRng Informationen über Klassen, Drucker und deren Druckjobs. Die folgende Liste fasst die wichtigsten Optionen von lpstat zusammen:

- a zeigt für alle Drucker an, ob sie bereit sind, Druckaufträge entgegenzunehmen.
- c zeigt alle Klassen an.
- d zeigt den Defaultdrucker an.
- s zeigt eine Statusübersicht an Defaultdrucker, Liste aller Klassen und Drucker samt Device-Namen etc.).
- t zeigt alle verfügbaren Informationen an.
- v zeigt alle Drucker an (mit Informationen darüber, wo im Netzwerk sich diese Drucker befinden).

Beachten Sie bitte, dass lpstat nicht nur für lokale Drucker gilt, sondern automatisch Informationen über alle im Netzwerk zugänglichen CUPS-Drucker anzeigt.

lpadmin: Mit diesem Kommando können CUPS-Drucker und -Klassen eingerichtet und wieder gelöscht werden. Außerdem können die Zugriffsrechte auf den Drucker (speziell für den Netzbetrieb) eingestellt werden.

lpoptions: Mit diesem Kommando können Druckoptionen angezeigt bzw. verändert werden. Wenn das Kommando nicht für den Defaultdrucker gelten soll, bestimmt die Option -p name den Drucker.

```
user$ lpoptions -p lp1
PageSize=A4 page-top=25 page-bottom=39 page-left=42 page-right=7
Quality=300x300DPI ImageType=Photos GSResolution=300x300DPI
```

lphelp: Dieses Kommando zeigt Detailinformationen (z. B. alle verfügbaren Optionen) zum angegebenen Drucker an.


```

user$ lphelp lp1
DeskJet 640C
  Colour printer

Printer-specific options
-----

Besides the options described in the CUPS software
users manual ...

Dithering Algorithm:  -o Dither=<choice>

    <choice> can be one of the following:

AdaptiveHybrid  (Adaptive Hybrid, default)
AdaptiveRandom (Adaptive Random)
Fast           (Fast)
HybridFloydSteinberg (Hybrid Floyd-Steinberg)
Ordered        (Ordered)
RandomFloydSteinberg (Random Floyd-Steinberg)
VeryFast       (Very Fast)
...

```

Benutzeroberflächen zu CUPS

Als CUPS-Anwender müssen Sie sich normalerweise nicht mit den oben erwähnten Kommandos plagen. Es stehen zum Glück komfortable Benutzeroberflächen zur Verfügung, die bei der Konfiguration neuer Drucker, bei der Veränderung von Druckereinstellungen, beim eigentlichen Ausdruck und schließlich bei der Verwaltung der Druckjobs helfen. Dieser Abschnitt stellt die wichtigsten derartigen Programme vor.

Drucken mit qtcups: Das QT-Programm `qtcups` bietet zweierlei: einerseits einen modernen Druckdialog, in dem Sie viele Druckparameter auswählen können (den gewünschten Drucker, die gewünschte Seitengröße etc.), andererseits die Möglichkeit, Druckparameter bleibend zu verändern.

`qtcups` kann in jedem Programm, das unter X ausgeführt wird, als Alternative zu `lpr` eingesetzt werden. Mit dem folgenden Kommando wird mit `ls -l` der Inhalt eines Verzeichnisses gedruckt. Im nun erscheinenden Druckdialog kann angegeben werden, auf welchem Drucker und mit welchen Einstellungen gedruckt werden soll.

```
user$ ls -l | qtcups
```

Ebenso können Sie `qtcups` in jedem Druckdialog (z. B. von Netscape, von allen KDE- und Gnome-Programmen etc.) an der Stelle des `lpr`-Kommandos angeben. Es besteht aber auch die Möglichkeit, an `qtcups` den Dateinamen einer zu druckenden Datei zu übergeben:

```
user$ qtcups datei
```

In `qtcups` können Sie zahllose Druckparameter verändern. Diese Veränderungen gelten normalerweise nur für den aktuellen Druck. Wenn Sie Parameter bleibend verändern

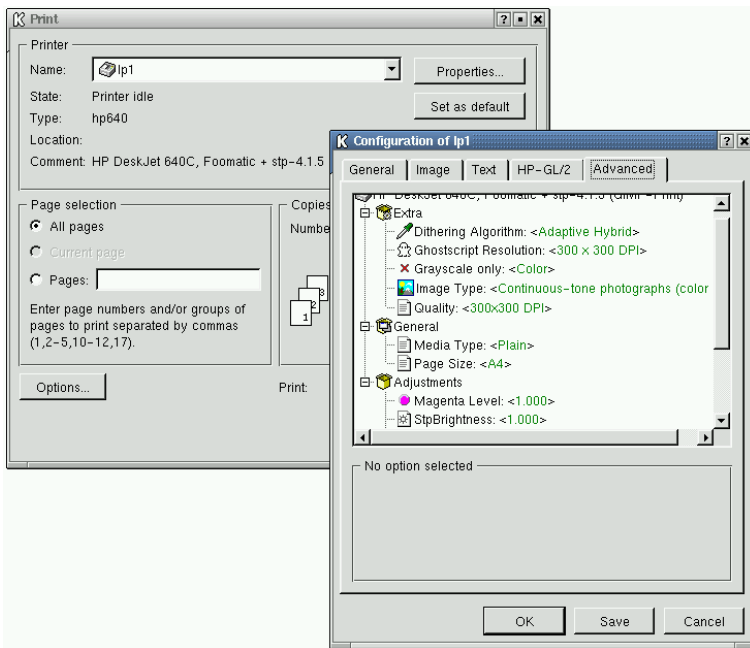


Abbildung 10.4: Drucken mit *qt cups*

möchten, müssen Sie den Button **SAVE** anklicken (siehe Abbildung 10.4). Wenn Sie als *root* arbeiten, gelten die neuen Einstellungen für alle Benutzer, die noch nicht eigene Druckereinstellungen gespeichert haben. Für alle anderen Benutzer werden die Einstellungen individuell gespeichert (Datei `~/ .lptions`, siehe den nächsten Abschnitt zu den CUPS-Internen). Weitere Informationen zu *qt cups* gibt es unter:

<http://cups.sourceforge.net/qt cups/>

Drucken mit GtkLP: Als Gnome-Variante zu *qt cups* gibt es das Programm *gtk lp*. Der Verwendungszweck und die Art der Anwendung sind gleich, nur die Dialoge sehen ein wenig anders aus. Allerdings ist *gtk lp* noch nicht so ausgereift und wird deswegen bei den meisten Distributionen nicht mitgeliefert. Weitere Informationen finden Sie hier:

<http://www.stud.uni-hannover.de/~sirtobi/gtklp/index.html>

Drucken mit XPP: Wer sich weder mit *qt cups* noch mit *gtk lp* anfreunden möchte, dem steht als dritte Variante das Programm *xpp* zur Auswahl. Auch damit können Sie den gewünschten Drucker auswählen, Einstellungen verändern und schließlich drucken.

<http://cups.sourceforge.net/xpp/>

CUPS-Administration mit kups: *kups* ist ein KDE-Programm zur Administration der CUPS-Drucker- und Klassen. Druckjobs können betrachtet, gelöscht oder zu einem anderen Drucker verschoben werden. Daneben können einige Druckereinstellungen verändert werden (beispielsweise, um den Druck einer Startseite vor jedem Job zu erreichen).

Mit kups können Sie auch neue Drucker und Klassen einrichten (PRINTER|ADD PRINTER/CLASS), Testseiten drucken etc.

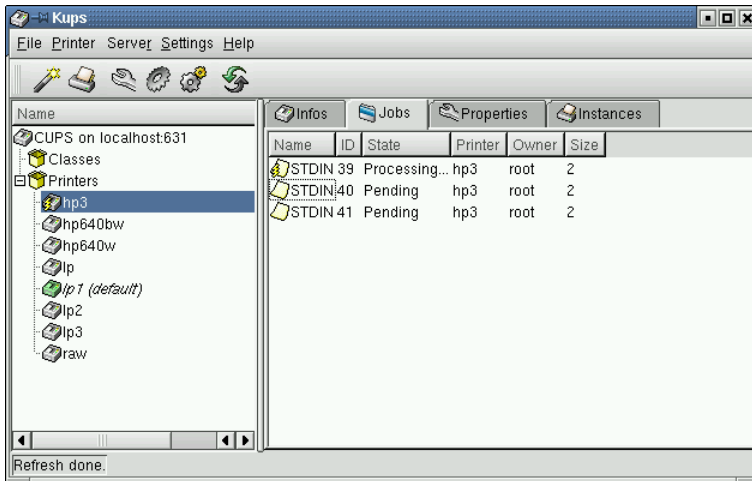


Abbildung 10.5: CUPS-Administration mit kups

CUPS-Konfiguration mit kupsdconf: Das Programm kupsdconf ist Teil von kups. Es ermöglicht die komfortable Konfiguration von CUPS. Das Programm verändert Einstellungen in der Datei `/etc/cups/cupsd.conf`.

CUPS-Internia

Dieser Abschnitt beschreibt ein wenig, was hinter den CUPS-Kulissen vor sich geht und wie CUPS konfiguriert ist. Veränderungen an der Konfiguration sollten Sie allerdings nur dann durchführen, wenn Sie die gesamte CUPS-Dokumentation gelesen und verstanden haben. Dieser Abschnitt ist nur eine Einführung, in der nicht alle Details beschrieben sind.

Drucker-Dämon

Bei CUPS heisst der im Hintergrund laufende Drucker-Dämon `cupsd`. Das Programm wird während des Init-V-Prozesses gestartet (üblicherweise durch `/etc/init.d/cups`).

Damit CUPS auch Druckjobs von anderen Rechnern im lokalen Netz annehmen kann, die selbst nicht CUPS als Drucksystem verwenden und daher serverseitig den herkömmlichen Dämon `lpd` des BSD-LPD-Systems erwarten, gibt es den Mini-Dämon `cups-lpd`. Dieses Programm muss bei Bedarf durch `inetd` oder `xinetd` gestartet werden. Die erforderliche Konfiguration für `[x]inetd` ist in `man cups-lpd` beschrieben und sollte von der Distribution automatisch eingerichtet werden. (Bei SuSE 7.2 ist das allerdings noch nicht der Fall.)

Konfigurationsdateien

Beim BSD-LPD-System und bei LPRng erfolgt beinahe die gesamte Druckerkonfiguration durch die Datei `/etc/printcap`. Bei CUPS spielt diese Datei dagegen so gut wie keine Rolle mehr. Sie steht zwar aus Kompatibilitätsgründen noch immer zur Verfügung, enthält aber nur eine Liste aller bekannten Drucker (ohne irgendwelche weiteren Parameter).

Die eigentliche CUPS-Konfiguration erfolgt durch die Dateien des Verzeichnisses `/etc/cups`. Die folgende Tabelle zählt die wichtigsten Dateien auf:

Konfigurationsdateien in `/etc/cups`

<code>classes.conf</code>	Definition aller Klassen
<code>cups.conf</code>	zentrale CUPS-Konfigurationsdatei
<code>lpoptions</code>	Veränderungen gegenüber der Defaultkonfiguration
<code>mime.convs</code>	zu verwendende Filter für verschiedene Dateitypen
<code>mime.types</code>	Dateitypen für die PostScript-Konvertierung
<code>ppds.dat</code>	PPD-Datenbank
<code>printers.conf</code>	Definition aller Drucker
<code>ppd/name.ppd</code>	Konfiguration für den Druckers <i>name</i>

cupsd.conf: In `cupsd.conf` werden diverse Installationsverzeichnisse eingestellt, der Port des CUPS-Dämons für das Internet Printing Protocol (IPP), die Optionen für das Printer Browsing, Sicherheitsparameter, Zugriffsrechte für Clients im Netzwerk (`allow/deny`) etc.

ppds.dat: Diese Binärdatei enthält eine Datenbank aller dem System bekannten PPD-Definitionen. Die Datei ist insbesondere für die Konfiguration eines neuen Druckers wichtig: Dabei muss der Anwender den richtigen PPD-Eintrag aus der Datenbank auswählen. Der Eintrag wird dann als `druckername.ppd`-Datei in das `ppd`-Verzeichnis kopiert.

ppd-Verzeichnis: Das Verzeichnis `/etc/cups/ppd` enthält für jeden in `printers.conf` angeführten Druckernamen die dazugehörige PPD-Datei. Darin sind alle Druckparameter gespeichert (Druckermodell und -treiber, Einstellungen wie Papiergröße und Auflösung etc.).

lpoptions: Wenn root Druckeroptionen oder Einstellungen verändert (die Blattgröße, die Druckauflösung, Längs- oder Querformat etc.), werden diese Veränderungen in der Datei `lpoptions` gespeichert. Die Veränderungen gelten für alle Benutzer, die nicht schon selbst Veränderungen durchgeführt haben. Diese benutzerspezifischen Veränderungen werden in `~/lpoptions` gespeichert.

mime.types und mime.convs: `mime.types` enthält eine Liste aller Dokumenttypen, die von CUPS automatisch erkannt und in PostScript-Dateien konvertiert werden. `mime.convs` gibt an, welcher Filter verwendet werden soll. (Die angegebenen Filter müssen sich als ausführbare Dateien in `/usr/lib/cups/filter` befinden.)

Einige weitere Details zur CUPS-Konfiguration finden Sie hier:

Netzwerkdrucker nutzen (Client): Seite 619

Netzwerkdrucker selbst einrichten (Server): Seite 805

PPD-Dateien (PostScript Printer Definition)

Für CUPS sieht jeder Drucker wie ein PostScript-Drucker aus. Druckerspezifische Details wie die Größe des nicht bedruckbaren Seitenrands, die Druckerauflösung, Kommandos für bestimmte Zusatzfunktionen (z. B. Papiereinzug), Besonderheiten (Duplex-Druck) etc. werden in so genannten PPD-Dateien gespeichert (*PostScript Printer Definition*). Das PPD-Format wurde von Adobe definiert und kommt auch unter Windows und auf Apple-Rechnern zum Einsatz.

Da natürlich nicht jeder Drucker tatsächlich ein PostScript-Drucker ist, enthalten CUPS-PPD-Dateien in Form von Kommentaren auch das erforderliche GhostScript-Kommando inklusive aller Optionen, damit `gs` die PostScript-Datei in das Format des Druckers umwandeln kann. Die folgenden Zeilen zeigen einige Auszüge aus einer PPD-Datei für den Tintenstrahlendrucker HP DeskJet 640:

```
*PPD-Adobe: "4.3"
...
*Manufacturer: "HP"
*Product:      "DeskJet 640C (GIMP-Print)"
*cupsVersion:  1.0
*cupsFilter:    "application/vnd.cups-postscript 0 cupsomatic"
*PSVersion:     "(3010.000) 550"
*LanguageLevel: "3"
*ColorDevice:   True
*DefaultColorSpace: RGB
...
% What follows is a dumped representation of the internal Perl data
% structure representing one entry in the Linux Printing Database.
% This is used by the backend filter to deal with the options.
%
% COMDATA # 'driver' => 'stp-4.1.5',
% COMDATA # 'type' => 'G',
...
% COMDATA # 'cmd' => 'gs -q -dSAFER -dNOPAUSE -dBATCH -sDEVICE=stp
%AZ -sOutputFile=- -',
% COMDATA # 'pnp_des' => undef,
% COMDATA # 'args_byname' => {
% COMDATA #   'Magenta' => {},
% COMDATA #   'PageSize' => {},
...
% COMDATA #   'Density' => {},
% COMDATA #   'ImageType' => {}
% COMDATA # },
% COMDATA # 'url' => 'http://gimp-print.sourceforge.net/',
% COMDATA # 'pjl' => undef,
% COMDATA # 'comment' => 'STP supports a wide variety of Epson Stylus,
% COMDATA #   HP DeskJet and LaserJet and Canon BubbleJet printers ...
...
```

Eine Datenbank mit allen für CUPS bekannten PPD-Einträgen enthält `ppds.dat`. Diese Datenbank ist die Grundlage zur Konfiguration eines neuen Druckers. Während der Konfiguration eines Druckers wird der passende Eintrag aus der Datenbank extrahiert und in `/etc/cups/ppd/name.ppd` gespeichert.

HINWEIS

Während die mit CUPS mitgelieferten PPD-Dateien speziell für Nicht-PostScript-Drucker optimiert sind, finden Sie auf der Website von Adobe zahllose von den Herstellern optimierte PPD-Dateien für PostScript-Drucker. Diese Dateien sind für echte PostScript-Drucker oft besser geeignet als die mit CUPS mitgelieferten PPDs.

Die Dateien stehen leider nur als `*.exe`-Archivdateien für Windows zur Verfügung – aber Sie können die Dateien auf einem Windows-Rechner extrahieren und dann unter Linux nutzen. Zuletzt waren die PPD-Dateien hier zu finden:

<http://www.adobe.com/products/printerdrivers/winppd.html>

cupsomatic-Filter

Das Druckpuzzlespiel wird durch den so genannten `cupsomatic`-Filter abgeschlossen. Beim Ausdruck einer Datei kümmert sich CUPS zuerst um die Umwandlung der Druckdatei in das PostScript-Format. Anschließend wird das Script `cupsomatic` aufgerufen. Es extrahiert aus der `name.ppd`-Datei für den angegebenen Drucker die GhostScript-Parameter, ruft damit `gs` auf und wandelt so die PostScript-Daten in das Format des jeweiligen Druckers um. Die resultierenden Daten werden dann an das Drucker-Device gesendet.

10.4 Ghostscript, Gimp-Print und andere Druckertreiber

Ghostscript (also das Programm `gs`) ist in der Lage, PostScript- und PDF-Dokumente in zahlreiche Druckformate zu konvertieren (inklusive einem Format für Fax). `gs` greift dabei auf eine Sammlung von Schriftarten zurück (`/usr/share/ghostscript/fonts`), um PostScript-Fonts in eine Bitmap-Darstellung umzuwandeln. GhostScript wird von allen in diesem Kapitel beschriebenen Drucksystemen eingesetzt.

Es gibt zwei Ghostscript-Versionen mit unterschiedlichen Lizenzen: Die jeweils neueste Version heißt 'Artifex Ghostscript *n*'. Die Version unterliegt der *Artifex Free Public License* (AFPL). Das bedeutet, dass diese Version zwar über das Internet frei verfügbar ist, eine kommerzielle Verbreitung aber nur nach einer Lizenzvereinbarung möglich ist.

Ältere Ghostscript-Versionen bekommen nach einer Weile den Namen 'GNU Ghostscript *n*'. Für sie gilt dann die GPL, d. h. die Verbreitung unterliegt (fast) keinen Einschränkungen. Die meisten Distributionen liefern aus verständlichen Gründen nur die kostenlose

GPL-Version aus. Für den Anwender hat das den Nachteil, dass die jeweils neuesten Treiber noch nicht enthalten sind.

Die Doppellizenz ist aber auch für die Weiterentwicklung von Ghostscript nicht optimal, weil es praktisch keine Beteiligung aus der Open-Source-Entwicklergemeinschaft gibt. Dafür gibt es für Ghostscript eine Menge zusätzlicher Druckertreiber, die außerhalb des Ghostscript-Projekts entstanden sind.

VERWEIS

Mehr Informationen zu Ghostscript finden Sie auf den folgenden Webseiten:

<http://www.cs.wisc.edu/~ghost/>
<http://www.ghostscript.com/>
<http://www.artifex.com/>

VERWEIS

Wenn Sie PostScript-Dokumente nicht ausdrucken, sondern am Bildschirm lesen möchten, können Sie dazu die Programme `ghostview`, `gv`, `ggv` (Gnome) oder `kghostview` (KDE) verwenden (siehe Seite 430). Alle vier Programme basieren auf `gs`.

gs-Bedienung

Im Regelfall wird `gs` automatisch vom Spooling-System aufgerufen, um die Postscript-Daten in das Format des jeweiligen Druckers umzuwandeln. Wenn Sie das Kommando manuell verwenden möchten, sieht die Syntax so aus:

```
user$ gs [optionen] postscriptdatei [quit.ps]
```

Damit `gs` korrekt funktioniert, müssen mindestens zwei Optionen angegeben werden: `-sOutputFile=` zur Angabe der Datei, in die das Ergebnis geschrieben werden soll, sowie `-sDEVICE=name` oder `@name.upp` zur Einstellung des Ausgabeformats. In der Regel ist es sinnvoll, auch die Option `-dNOPAUSE` zu verwenden. Falls Sie auf DIN-A4-Papier drucken möchten, sollten Sie schließlich noch `-sPAPERSIZE=a4` angeben.

Wie bereits erwähnt, gibt es Druckertreiber, die Teil des Ghostscript-Projekts sind, und solche, die aus anderen Projekten zu Ghostscript hinzugefügt wurden. Daraus ergibt sich, dass es mehrere unterschiedliche Methoden zur Angabe des Druckertyps gibt. Wesentlich unangenehmer ist aber, dass jeder der externen Treiber auch eigene Optionen zur Einstellung von Zusatzparametern (Auflösung, Seitengröße etc.) aufweist.

Eine kohärente Beschreibung aller `gs`-Optionen ist aus Platzgründen unmöglich. Die treiberspezifischen Optionen sind in der jeweiligen Dokumentation beschrieben. (Einige Hintergrundinformationen zu den verschiedenen Druckertreibern sowie deren Internet-Adressen finden Sie im nächsten Abschnitt.)

`-sDEVICE=name`

Das ist die klassische Methode zur Angabe des Druckermodells. Wichtige Treibernamen sind z. B. `eps9high`, `ljet4` oder `djet820c`. PostScript-Dateien, die nur eine einzige Seite (ein Bild) enthalten, können auch in diverse Grafikformate wie `tiffg3` oder `png256` konvertiert werden. Eine Liste aller Device-Treiber bekommen Sie mit `gs -h`. Mit der Zusatzoption `-r` kann die gewünschte Auflösung in *dots per inch* (DPI) angegeben werden (z. B. `-r300`).

`@name.upp`

Für viele Tintenstrahldrucker gibt es so genannte Uniprint-Treiber, die ebenfalls Teil des Ghostscript-Projekts sind. Mit `@` wird der Name der `*.upp`-Datei angegeben.

`-sDEVICE=stp -sModel=name`

Zahlreiche Drucker (überwiegend Tintenstrahldrucker) können auch mit den Druckertreibern des Gimp-Print-Projekts angesteuert werden.

`-sDEVICE=hpjjs -sDeviceName=name`

Speziell für HP-Drucker gibt es eigene HP-Treiber. Als Device-Name sind z. B. die folgenden Zeichenketten erlaubt: `DJ630`, `DJ6xx`, `DJ6xxPhoto`, `DJ8xx`, `DJ9xx` oder `DJ9xxVIP`.

`-sDEVICE=hplj -sModel=name`

Das ist ein weiterer Treiber für alle HP-Drucker, die intern PCL3+ als Druckersprache verwenden (z. B. HP DeskJet 500, 500C, 510, 520, 540, 550C, 560C, 850C und 855C).

`-sDEVICE=omni -sDeviceName=name`

Für zahlreiche Drucker stehen auch die von IBM entwickelten Omni-Druckertreiber zur Auswahl.

VERWEIS

Welche Druckermodelle `gs` unterstützt, hängt davon ab, mit welchen Zusatzfiltern `gs` bei Ihrer Distribution ausgeliefert wurde. Bei SuSE finden Sie eine vollständige Liste aller verfügbaren Treiber (beide Typen) in der Ghostscript-Dokumentation:

`/usr/share/doc/packages/ghostscript/catalog.devices`

Die weiteren Optionen sind vom Druckertreiber unabhängig:

`-dNODISPLAY`

verzichtet auf die Anzeige von diversen Meldungen auf dem Bildschirm. Außerdem ist es nun nicht mehr notwendig, die Vollendung jeder Seite mit  zu bestätigen.

`-sPAPERSIZE=papierformat`

bestimmt das Papierformat der Ausgabe (beispielsweise `a4` für das DIN-A4-Format). Per Default verwendet `gs` das amerikanische Letter-Format, das etwas kleiner ist. Beachten Sie, dass manche Druckertreiber eigene Optionen zur Einstellung der Papiergröße haben.

-dSAFER

Diese Option schließt ein Sicherheitsloch. Sie muss unbedingt verwendet werden, wenn gs vom Spooling-System als Output-Filter verwendet wird.

-q unterdrückt diverse Statusmeldungen (*quiet*).

-sOutputFile=Dateiname

schreibt das Ergebnis der Konvertierung in die angegebene Datei.

gs arbeitet interaktiv und meldet sich nach der Bearbeitung der letzten Seite mit einer Eingabeaufforderung. Um gs klarzumachen, dass die Übersetzung beendet ist, geben Sie **(Strg)+D** ein. Wenn Sie diese Eingabe vermeiden möchten, können Sie als zweite Datei `quit.ps` angeben. Sie wird aus `/usr/share/ghostscript/n` geladen und enthält nur den Text 'quit'.

Die folgende Anweisung übersetzt `test.ps` in das Format des HP-Laserjet 3. Das Ergebnis wird in die Datei `test.hp` geschrieben. `quit.ps` bewirkt, dass gs anschließend sofort beendet wird.

```
user$ gs -sDEVICE=ljet3 -sOutputFile=test.hp \
> -sPAPERSIZE=a4 -dNOPAUSE test.ps quit.ps
```

Zusätzliche Druckertreiber für GhostScript

Neben den im Rahmen des Ghostview-Projektes entwickelten Druckertreibern gibt es eine Menge externer Druckertreiber, die ebenfalls von Ghostview gesteuert werden. Zum Teil überlappen sich die hier beschriebenen Projekte, weswegen es mittlerweile für viele Drucker mehrere Treiber gibt. Allerdings hängt es von der Linux-Distribution ab, welche Treiber nun tatsächlich mitgeliefert werden.

Gimp-Print alias stp: Einige Gimp-Anwender mit modernen Tintenstrahldruckern, die mit den Ghostscript-Druckertreibern unzufrieden waren, begannen vor einigen Jahren mit der Entwicklung eigener Druckertreiber. Diese waren anfänglich nur für Gimp gedacht und nur für Epson-Stylus-Modelle konzipiert (woraus sich auch das mittlerweile irreführende Kürzel stp ergibt).

Im Laufe der Zeit wurden Treiber für zahlreiche weitere Tintenstrahl- und Laserdrucker von Canon, HP etc. integriert. Außerdem wurden die Treiber so angepasst, dass sie auch via Ghostscript genutzt werden konnten. Die Gimp-Print-Druckertreiber stellen zurzeit die qualitativ beste Möglichkeit für den Fotodruck unter Linux dar. Sie werden mittlerweile mit fast allen Distributionen mitgeliefert. Weitere Informationen finden Sie in der man-Seite zu `gs-stp` und im Internet:

<http://gimp-print.sourceforge.net/>

Hewlett Packard Inkjet Server alias hpijs: HP hat selbst Druckertreiber für die meisten seiner Tintenstrahlmodelle entwickelt. Der Code ist als Open-Source-Projekt verfügbar, wenn auch mit der Einschränkung, dass die Treiber nur für HP-Drucker verwendet werden dürfen.

```
http://hpinkjet.sourceforge.net/  
http://hp.sourceforge.net
```

HPDJ-Treiber (PCL3-Treiber): Lange bevor HP eigene Treiber für Linux zur Verfügung stellte, wurden viele HP-Modelle durch den HPDJ-Treiber unterstützt. Dieser Treiber unterstützt alle HP-Drucker, die intern die Druckersprache PCL3+ verwenden. Der Treiber ist gut dokumentiert – siehe auch man `gs-hpdj`. In Zukunft wird der Treiber den Namen `pcl3` bekommen.

```
http://home.t-online.de/home/Martin.Lottermoser/pcl3.html
```

IBM Omni: IBM hat den Code seiner ursprünglich für OS/2 entwickelten Druckertreiber unter die Open-Source-Lizenz (GPL) gestellt. Die Integration mit `gs` befindet sich noch im Beta-Stadium, weswegen die Druckertreiber momentan nicht mit allen Distributionen mitgeliefert werden.

```
http://oss.software.ibm.com/developer/opensource/linux/  
    projects/omni/  
http://sourceforge.net/projects/omniprint
```

HINWEIS

Neben den hier aufgezählten Open-Source-Druckertreibern gibt es auch kommerzielle Treiber. Am bekanntesten ist das relativ preiswerte Paket TurboPrint, das nahtlos in CUPS oder als Filter in ein herkömmliches Drucksystem integriert werden kann. TurboPrint verspricht vor allem bei Tintenstrahldruckern eine bessere Druckqualität (Fotodruck). Weitere Informationen sowie eine eingeschränkte *Free Edition* finden Sie unter:

```
http://www.turboprint.de
```

PostScript- und PDF-Viewer

Oft wollen Sie PostScript-Dateien nicht ausdrucken, sondern nur betrachten. Dazu stehen verschiedene Programme zur Auswahl, deren Urvater `ghostview` ist. Dabei handelt es sich eigentlich nur um eine einfache Benutzeroberfläche zu dem bereits vorgestellten Programm `gs` (GhostScript). `ghostview` kommt sowohl mit einzelnen PostScript-Grafiken als auch mit Dokumenten zurecht, die Hunderte von Seiten umfassen. Wenn das Dokument den PostScript-Normen entspricht, kann beliebig zwischen den Seitennummern hin- und hergesprungen werden. Andernfalls ist nur ein sequenzielles Lesen der Datei möglich (also eine Seite nach der anderen und ohne die Möglichkeit, Seiten zu überspringen oder zurückzublättern).

`ghostview` wird üblicherweise ganz ohne Parameter oder mit dem Dateinamen der zu betrachtenden Datei gestartet. Das Programm arbeitet vollkommen menügesteuert. Zum

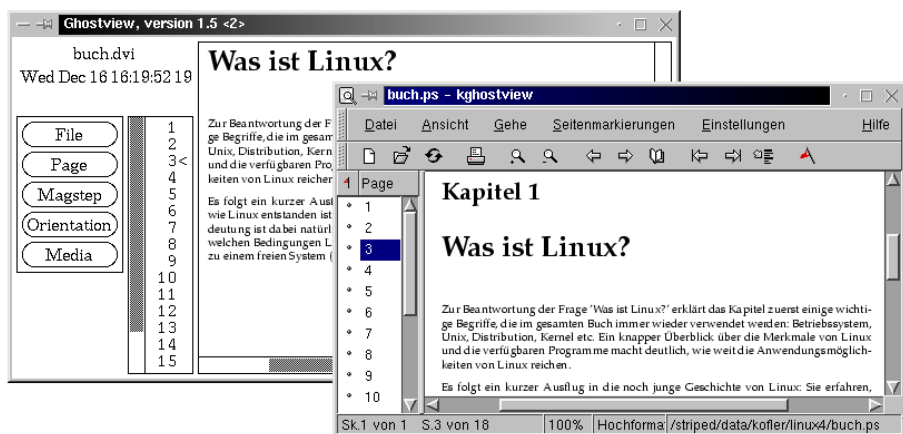


Abbildung 10.6: Eine Seite aus diesem Buch, dargestellt mit ghostview und kghostview

Öffnen neuer Dateien wird ein Fenster zur bequemen Dateiauswahl per Maus angezeigt. Durch einen Mausklick in den Bildausschnitt wird ein kleines Fenster mit einer Vergrößerung des Bereichs um die Maus angezeigt. Ein Wechsel zu einer beliebigen Seitennummer kann durch Anklicken einer Seitennummer mit der mittleren Maustaste erreicht werden.

Als schnelle Alternative zur Steuerung durch die Maus sind auch zahlreiche Tastenkürzel vorgesehen, von denen die wichtigsten in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind.

ghostview-Tastenkürzel

(Bild ↑) , (Bild ↓)	vorige / nächste Seite
(Leertaste) , (←)	nächste Seite
(↑) , (↓)	Ansicht um 90 Grad drehen
(Backspace) , (Entf)	vorige Seite
(+) , (-)	Vergrößerungsfaktor verändern
(O)	neue Datei öffnen (open)
(Q)	Programmende (quit)
(R)	veränderte Datei neu einlesen (reopen)
(H) , (L)	Bildausschnitt nach rechts/links verschieben
(U) , (D)	Bildausschnitt nach oben/unten verschieben (up/down)

ghostview ermöglicht es, einzelne Seiten oder Seitenbereiche aus dem Dokument zu extrahieren und diese in einer eigenen Datei zu speichern. Dazu markieren Sie den gewünschten Seitenbereich, indem Sie die Maus mit gedrückter Maustaste bewegen, und führen anschließend das Kommando **SAVE|MARKED PAGES** aus.

Wenn Sie Wert auf eine hohe Darstellungsqualität legen (und dafür eine längere Rechenzeit und mehr Speicherverbrauch in Kauf nehmen), sollten Sie die Anti-Aliasing-Funktion aktivieren. Das bedeutet, dass das PostScript-Abbild zuerst in einer höheren Auflösung

erstellt wird und dann in ein Graustufenbild verkleinert wird. Dazu verwenden Sie entweder beim Start von `ghostview` die Option `-sDEVICE=x11alpha` oder Sie erweitern `~/Xdefaults` um die folgenden Zeile:

```
! Ghostview-Anti-Aliasing in ~/Xdefaults aktivieren
Ghostview*arguments: -sDEVICE=x11alpha
```

kghostview, gv, ggv

Die KDE-Variante zu `ghostview` heißt `kghostview` und besticht durch die wesentlich einfachere Bedienung. (Eingefleischte `ghostview`-Anwender werden aber die einmal erlernten Tastenkürzel vermissen.)

Das Programm `gv` ist eine weitere `ghostview`-Variante. Das Programm sieht moderner aus als `ghostview`, bietet aber keine wesentlichen Zusatzfunktionen. `ggv` ist schließlich die Gnome-Variante zu `gv`.

Adobe Acroread

PDF-Dateien können mit allen vier oben erwähnten PostScript-Viewern sowie mit den Spezialprogrammen `xpdf` gelesen werden. Die weitaus besten Ergebnisse mit einer gestochen scharfen Textdarstellung bietet aber das Programm `acroread`. Dabei handelt es sich um ein kommerzielles Programm der Firma Adobe (die auch das PDF-Format definiert hat). `acroread` darf zwar weitgehend frei weitergegeben werden, fehlt aber dennoch bei vielen Distributionen. Sie finden das Programm gegebenenfalls im Internet:

```
http://www.adobe.com   bzw.
http://www.adobe.de
```

Die Bedienung des Programms ist problemlos. Die einzige Besonderheit, die oft übersehen wird, ist die mögliche Zweiteilung des Fensters zur Darstellung eines hierarchischen Inhaltsverzeichnisses. Das funktioniert allerdings nur bei Dokumenten, die mit einem entsprechenden Verzeichnis ausgestattet sind.

10.5 Konverter und PostScript-Tools

Dieser Abschnitt stellt diverse Werkzeuge vor, mit denen Dokumente und Grafiken in das PostScript-Format (und zum Teil auch in andere Formate) konvertiert werden können. Falls Sie Bildschirmabbildungen ausdrucken möchten, müssen Sie diese zuerst erfassen – daher beschreibt der Abschnitt auch Programme, um Screenshots durchzuführen.

Text → PS: Seite 433

HTML → PS: Seite 435

PS ↔ PDF: Seite 436

PS → PS (Seiten extrahieren, neu zusammenstellen etc.): Seite 436

Grafik → PS: Seite 438

Screenshots: Seite 441

VERWEIS

Kommandos zur Erzeugung von PS- und PDF-Dateien aus \LaTeX -Dokumenten und DVI-Dateien werden in Kapitel 25 beschrieben.

Konvertierung Text → PostScript

Bevor einfache Textdateien gedruckt werden können, müssen sie in das PostScript-Format umgewandelt werden. Normalerweise kümmert sich der Input-Filter des Spooling-Systems um diese Aufgabe automatisch.

Wenn Sie allerdings besondere Wünsche haben, wie der resultierende Ausdruck formatiert werden soll, empfiehlt sich eine manuelle Konvertierung und ein anschließender Ausdruck der PostScript-Datei. Dieser Abschnitt stellt für diesen Zweck drei Kommandos vor: `a2ps`, `enscript` und `mpage`.

VERWEIS

Keiner der in diesem Abschnitt beschriebenen Konverter kommt mit Unicode-Text (UTF-8) zurecht. Wenn Sie Unicode-Dokumente ausdrucken möchten, können Sie einen Unicode-Editor mit Druckfunktion zu Hilfe nehmen. Eine einfache Konversion in das PostScript-Format können Sie mit `cnprint` vornehmen:

<http://www.neurophys.wisc.edu/~cai/software/>

a2ps [optionen] textdatei -o psdatei

`a2ps` steht für *Any to PostScript*. Tatsächlich kommt das Programm mit zahlreichen Dateitypen zurecht, auch wenn an dieser Stelle nur die Textkonvertierung beschrieben wird.

In der Defaulteinstellung formatiert `a2ps` den Text in einer zweispaltigen Seite im Querformat. Die beiden Spalten werden automatisch gerahmt und mit Überschriften versehen. Wenn es sich bei dem Text um Programmcode handelt und `a2ps` die Programmiersprache erkennt, wird automatisch eine Syntaxhervorhebung durchgeführt (Schlüsselwörter fett, Kommentare kursiv etc.).

Im Folgenden werden nur solche Optionen angegeben, die nicht ohnedies als Defaulteinstellung gelten.

- l einspaltiger Druck (statt zweispaltig im Landscape-Modus).
- fn
stellt die Schriftgröße auf *n* Punkt ein. Damit ändert sich automatisch auch der Zeilenabstand und damit die Anzahl der Zeilen pro Seite. *n* wird durch eine Fließkommazahl angegeben.
- R Längsformat (Portrait) statt per Default im Querformat (Landscape).
- B keinen Rahmen um den Text drucken.
- delegate=no
Datei nicht durch ein anderes Programm verarbeiten. (Per Default versucht a2ps bei einigen Dateitypen eine automatische Weiterverarbeitung, bei *.tex-Dateien z. B. durch texi2dvi.)
- highlight-level=none
keine Syntaxhervorhebung durchführen.
- o dateiname
speichert den resultierenden PostScript-Code in der angegebenen Datei. Wird diese Option nicht verwendet, überträgt a2ps den PostScript-Code automatisch an den Standarddrucker.
- X charset
gibt den Zeichensatz des Texts an (z. B. ASCII, ison, latin*n*).

VERWEIS

Zu a2ps existiert eine ausführliche man-Seite. Einen Überblick über alle Optionen erhalten Sie mit `a2ps -h`. Viele weitere Informationen finden Sie hier:

<http://www.inf.enst.fr/~demaille/a2ps/>

enscript [optionen] *quelldatei* -p *zieldatei*

`enscript` hat eine ähnliche Funktion wie `a2ps`. Es wandelt eine Textdatei in das PostScript-Datei um. Optional kann der Text auf mehrere Spalten aufgeteilt werden. Bei Programmcode kann optional eine Syntaxhervorhebung durchgeführt werden.

- columns=*n*
n Spalten pro Seite darstellen. Eine zweispaltige Formatierung wird mit -2 erreicht.
- color
Syntaxhervorhebung mit Farben durchführen (muss mit -E kombiniert werden).
- E Syntaxhervorhebung durchführen (fett, kursiv).
- r Blatt im Querformat füllen.
- X charset
gibt den Zeichensatz des Texts an (z. B. ascii, latin*n*).

```
mpage [optionen] quelldateien > zieldatei
```

Auch `mpage` erzeugt aus einer Textdatei eine PostScript-Datei. Das Programm zeichnet sich durch zwei Besonderheiten aus: Erstens kann `mpage` bis zu acht Seiten auf ein Blatt drucken (dann brauchen Sie allerdings eine Lupe zum Lesen). Zweitens akzeptiert `mpage` als Eingabe auch PostScript-Dateien. Sie können also eine vorhandene PostScript-Datei Platz sparend neu formatieren und anschließend mit zwei Seiten pro Blatt ausdrucken. (Das funktioniert allerdings nicht mit allen PostScript-Dateien.)

Die folgende Liste nennt die wichtigsten Optionen.

- 1 -2 -4 -8
ordnet eine, zwei, vier oder acht Seiten auf einem Blatt an. Bei zwei oder acht wird das Querformat verwendet (Default: vier Seiten).
- bA4
Ausgabe im DIN-A4-Format (Default: US-Letter).
- C ISO-Latin.1
verwendet die ISO-Latin-1-Kodierung für den Zeichensatz. Die Option ist für den Ausdruck von Texten mit deutschen Sonderzeichen erforderlich. Andere Kodierungstabellen befinden sich in `/usr/share/mpage`.
- f verteilt lange Zeilen auf mehrere Zeilen (per Default werden zu lange Zeilen abgeschnitten).
- j *n-m*
druckt nur Blatt *n* bis *m* (Default: alle).
- l druckt im Querformat mit 55 Zeilen und 132 Spalten und einer entsprechend geringeren Schriftgröße (Default: Hochformat: 66 Zeilen, 80 Spalten).
- L *n*
druckt *n* Zeilen pro Seite und passt die Zeichensatzgröße entsprechend an (Default: 66 Zeilen).
- o verzichtet auf Rahmenlinien um die Seiten.
- W *n*
druckt *n* Spalten pro Seite und passt die Zeichensatzgröße entsprechend an (Default: 80 Spalten).

Die Defaulteinstellungen können mit der Umgebungsvariablen `MPAGE` verändert werden.

Konvertierung HTML → PostScript

Wenn Sie eine HTML-Datei ausdrucken möchten, können Sie dazu einen Webbrowser verwenden. Für die automatische Konvertierung vom HTML- in das PostScript-Format eignet sich das Perl-Skript `html2ps` allerdings erheblich besser.

Die Bedienung ist denkbar einfach: `html2ps -D name.html > name.ps`. Die Option `-D` bewirkt, dass `html2ps` DSC-konforme Kommentare in die PostScript-Datei einbaut, was deren Weiterverarbeitung sehr erleichtert. Falls `html2ps` nicht Teil Ihrer Distribution ist, finden Sie den Konverter im Internet:

<http://www.tdb.uu.se/~jan/html2ps.html>

Konverter PS ↔ PDF

PS → PDF: `ps2pdf quelle.ps ziel.pdf` erzeugt aus einer beliebigen PostScript-Datei eine PDF-Datei. Das Kommando basiert auf Ghostscript. Die Ergebnisse sind nur dann brauchbar, wenn die PostScript-Datei ausschließlich Texte in den Schriftarten Courier, Times oder Helvetica enthält. Andernfalls werden Bitmaps zur Darstellung der Zeichen verwendet, was sowohl die Qualität reduziert als auch die Dateigröße ins Unendliche wachsen lässt. Die resultierende PDF-Datei wird zudem nicht optimal komprimiert. `ps2pdf` ist daher leider nur ein schlechter Ersatz für das kommerzielle Programm Acrobat Distiller (das Teil des Adobe-Acrobat-Pakets ist und in einer aktuellen Version unter Linux nicht verfügbar ist).

PDF → PS: Den umgekehrten Weg geht `pdf2ps quelle.pdf ziel.ps`. Auch dieses Kommando greift auf GhostScript zurück.

PostScript-Tools (psutils)

Mit `ghostview` können Sie unter anderem einzelne Seiten einer Datei markieren und als eigene PostScript-Datei speichern. Wenn Sie solche oder ähnliche Operationen automatisieren möchten, werden Sie sich über die Kommandos des `psutils`-Pakets freuen. Dabei handelt es sich teils um eigenständige Programme, teils um `bash`- oder `Perl`-Script-Dateien.

In diesem Abschnitt wurde aus Platzgründen auf eine detaillierte Beschreibung der zahlreichen Kommandos verzichtet – aber allein die Auflistung der wichtigsten Kommandos sollte eigentlich ausreichen, um Sie auf den Geschmack zu bringen. Weitere Details finden Sie dann in den `man`-Pages.

psutils-Kommandos

<code>epsffit</code>	passt die Größe einer EPS-Datei an.
<code>extractres</code>	analysiert die Datei und liefert %%IncludeResource-Kommentare für alle benötigten Fonts, Dateien etc.
<code>fixfmps</code>	passt FrameMaker-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.
<code>fixmacps</code>	passt Macintosh-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.
<code>fixscribeps</code>	passt Scribe-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.
<code>fixtpps</code>	passt Troff/Tpscript-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.
<code>fixwfwps</code>	passt MS Word-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.
<code>fixwpps</code>	passt WordPerfect-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.

psutils-Kommandos (Fortsetzung)

<code>fixwmps</code>	passt MS Write-Dateien an die <code>psutils</code> -Konventionen an.
<code>getafm</code>	erzeugt AFM-Dateien zur Beschreibung von Fonts.
<code>includeres</code>	fügt die mit <code>extractres</code> erzeugten Kommentare in eine PostScript-Datei ein.
<code>psbook</code>	ordnet die Seiten eines Textes so an, dass ganze Bögen (etwa mit je 16 Seiten) gedruckt werden können.
<code>psnup</code>	ordnet mehrere verkleinerte Seiten auf einem Blatt an.
<code>psresize</code>	verändert die erforderliche Papiergröße eines Dokuments; das Kommando löst das regelmäßig auftretende Problem des Ausdrucks von PostScript-Dokumenten, die für das US-Letter-Format erzeugt wurden.
<code>psselect</code>	extrahiert einzelne Seiten aus einer PostScript-Datei.
<code>pstops</code>	ordnet die Seiten eines Dokuments in einer neuen Reihenfolge.

Das folgende Beispiel zeigt, wie eine mit \LaTeX und DVIPS erzeugte PostScript-Datei dieses Buchmanuskripts in eine Darstellung mit 64 Seiten pro Blatt umgewandelt wird. Damit erscheint jede Seite nur noch briefmarkengroß, was anschließend in `ghostview` eine rasche, übersichtsartige Kontrolle des Seitenlayouts ermöglicht (ähnlich wie die Druckvorschau bei Microsoft Word mit dem kleinstmöglichen Zoomfaktor):

```
user$ psnup -b-0.4cm -64 -q < linux.ps > vorschau.ps
```

Die obigen Kommandos funktionieren leider nur dann, wenn die PostScript-Dateien DSC-konforme Kommentare enthalten. (DSC steht für *Document Structuring Conventions*. Die Kommentare werden nicht ausgedruckt, enthalten aber wichtige Informationen über die Größe einer Seite, über Beginn und Ende von Seiten etc.) EPS-Dateien sind einseitige PostScript-Dateien, die spezielle Kommentare zur Einbettung in andere Dokumente enthalten (insbesondere Bounding-Box-Angaben über die Größe des Ausdrucks).

Die Bearbeitung von PostScript-Dateien, die unter MS-Windows erzeugt werden, ist generell eine ausgesprochen mühsame Angelegenheit; auch die aufgezählten Kommandos führen nicht immer zu den erwünschten Ergebnissen. Eine Chance auf Erfolg haben Sie in jedem Fall nur dann, wenn Sie beim Windows-Druckertreiber die Option zur Erzeugung von DSC-konformen PostScript-Dateien aktivieren.

TIPP

Wenn es nur darum geht, eine PostScript-Datei so zu formatieren, dass mehrere verkleinerte Seiten pro Blatt ausgedruckt werden, ist das auf Seite 435 beschriebene Programm `mpage` zumeist einfacher zu bedienen als die obigen Kommandos.

Grafik → PS

Dieser Abschnitt stellt einige Programme vor, mit denen Grafikdateien zwischen verschiedenen Formaten (inklusive PostScript) umgewandelt werden können. (Dem mächtigsten derartigen Programm, nämlich Gimp, wird in diesem Buch ein ganzes Kapitel gewidmet – siehe Seite 1131.)

xv

Das populärste Tool der Unix-Welt zur Konvertierung von Grafikdateien zwischen verschiedenen Formaten ist wohl xv. Mit dem Programm können Sie Grafikdateien in den verschiedensten Formaten lesen und in einem anderen Format speichern. Gleichzeitig werden diverse Operationen zur Bildbearbeitung (drehen, spiegeln etc.) und Farbmanipulation (Helligkeit, Kontrast) angeboten.

HINWEIS

xv ist im Gegensatz zu den meisten anderen Linux-Komponenten Shareware. Eine kommerzielle Anwendung ist nur nach einer Lizenzierung zulässig. Die Lizenzbedingungen werden nach dem Anklicken des LICENSE-Buttons angezeigt. Diese Lizenzbedingungen sind auch der Grund, weswegen xv nicht mit allen Distributionen mitgeliefert wird.

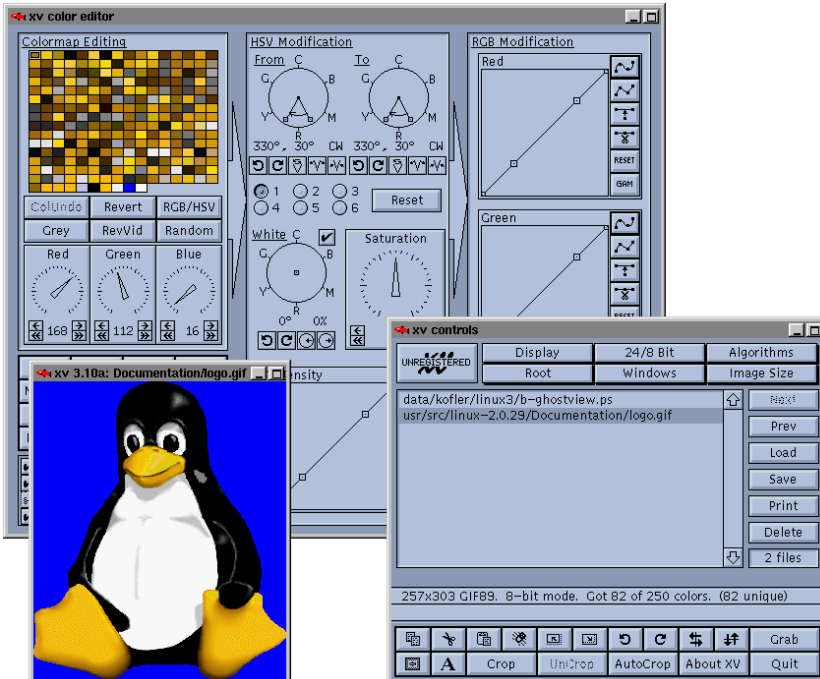


Abbildung 10.7: Das Linux-Logo, dargestellt mit xv

Ganz kurz zur Bedienung des Programms: Nach dem Start erscheint ein Fenster mit einem bunten Logo. Das eigentliche Steuerungsfenster von xv erscheint erst, wenn dieses Logo mit der rechten Maustaste angeklickt wird. Über das Steuerungsfenster können Sie eine Datei laden. Wenn xv das Grafikformat erkennt, zeigt es die Datei in einem Grafikfenster an.

Anschließend können Sie einige elementare Bearbeitungsschritte direkt über Buttons des Steuerungsfensters ausführen. Wenn Sie Helligkeit, Kontrast oder andere Farbeinstellungen verändern möchten, steht Ihnen dazu nach dem Anklicken von WINDOWS|COLOR EDITOR ein eigenes Fenster mit zahllosen Einstellmöglichkeiten zur Verfügung.

Wenn Sie im 256-Farben-Modus arbeiten, können Sie jede einzelne Farbe getrennt verändern. Die gewünschte Farbe kann mit der mittleren Maustaste direkt am Bild ausgewählt werden.

HINWEIS

Bei Bildern in Echtfarben besteht diese Möglichkeit nicht, Sie können aber mit 24/8 BIT|8 BIT MODE das Bild auf 256 Farben reduzieren. Vorher sollten Sie mit 24/8 BIT|BEST 24->8) dafür sorgen, dass dabei eine optimale Bildqualität gewährleistet ist.

Unabhängig vom 24- oder 8-Bit-Farbmodus können Sie die Helligkeitsverteilung sowohl für das gesamte Farbspektrum als auch für einen einzelnen Farbanteil (Rot, Grün, Blau) verändern. Dazu verschieben Sie einfach die Bestimmungspunkte der Kurve für die Helligkeitsverteilung.

Das Menü ALGORITHMS stellt Ihnen diverse Algorithmen zur Bildverarbeitung zur Verfügung. Beispielsweise können Sie eine Bitmap in geringer Auflösung zuerst mit IMAGE SIZE|DOUBLE SIZE vergrößern und die Pixel anschließend mit ALGORITHMS|BLUR verwaschen darstellen.

Mit der linken Maustaste können Sie einen beliebigen Bildausschnitt markieren und anschließend mit CROP das Bild entsprechend verkleinern. Damit haben Sie die Möglichkeit, nur einen Teil des Bilds zu speichern. (Alle Bildverarbeitungsschritte werden aber für das gesamte Bild durchgeführt. Wenn Sie UNCROP ausführen, wird wieder das gesamte Bild angezeigt.)

Nach der Bildbearbeitung können Sie das Bild mit SAVE in einem der folgenden Formate (auszugsweise) speichern: BMP, GIF, IRIS, JPEG, PBM, PostScript, TIFF. Dabei lassen sich noch diverse Optionen einstellen (Farbe/SW, Komprimierungsfaktoren etc.). xv stellt damit ein unglaublich leistungsfähiges Hilfsmittel zur Bildbearbeitung und -konvertierung dar.

TIPP

Wenn Sie mit xv möglichst kompakte PostScript-Dateien erzeugen möchten, müssen Sie die Grafiken vorher in den 8-Bit-Farbmodus umwandeln. Anschließend können Sie im PostScript-Speicherdialog die Option |COMPRESS auswählen.

Electric Eyes

Das Gnome-Programm Electric Eyes wird mit dem Kommando `ee` gestartet. Die Bedienung erfolgt wahlweise über Kontextmenüs (rechte Maustaste) oder über einen Dialog, der mit `EDIT|SHOW EDIT WINDOW` angezeigt wird. Das Programm ist in der gegenwärtigen Version zwar einfach zu benutzen, es kann aber nicht mit den reichhaltigen Funktionen von `xv` mithalten.

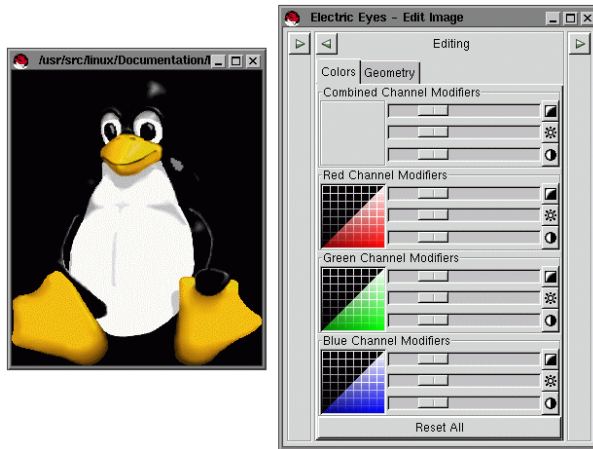


Abbildung 10.8: Das Linux-Logo, dargestellt mit Electric Eyes

kview

Das KDE-Programm `kview` ermöglicht ein komfortables Anzeigen und Speichern von Grafikdateien der Formate BMP, EPS, GIF, JPEG, PNM, XBM und XPM.

`xpcd`, `hpcdtoppm` (Photo-CD)

Falls Sie Bilder von einer Photo-CD lesen möchten, empfiehlt sich dazu das Programm `xpcd`. Die CD muss vorher ganz normal mit `mount` in das Dateisystem eingebunden werden. `xpcd /cdrom` zeigt dann ein Inhaltsverzeichnis der CD an. Anschließend können Sie die einzelnen Bilder in unterschiedlichen Auflösungen ansehen und dann in den Formaten JPEG, PPM oder TIFF speichern. Zur automatischen Konvertierung mehrerer Dateien in das PPM-Format können Sie stattdessen auch das Kommando `hpcdtoppm` verwenden.

Image Magick, NetPBM

Wenn Sie mit sehr exotischen Grafikformaten konfrontiert werden oder wenn Sie eine ganze Kollektion von Dateien mit einem Script in ein anderes Format umwandeln möchten, bieten sich die Programmpakete Image Magick oder NetPBM an.

Das Programmpaket Image Magick stellt sowohl Einzelkommandos als auch eine interaktive Oberfläche zur Verfügung. Für die Konvertierung wird ein eigenes Zwischenformat (MIFF) verwendet.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt auch das NetPBM-Paket (ehemals Portable Bitmap Utilities). Hier wird als Zwischenformat das PBM-Format verwendet. Wenn Sie also beispielsweise einige hundert Microsoft-Windows-Bitmaps in das PostScript-Format übersetzen müssen, sind diese Utilities die richtige Wahl. Mit dem folgenden Script werden alle als Parameter übergebenen BMP-Dateien in EPS-Dateien konvertiert:

```
#!/bin/sh
# bmp2eps
# usage: bmp2eps *.bmp
for filename do
    basename=${filename%.bmp}
    epsname=$basename".eps"
    echo $basename
    bmptoppm $filename > tmp.ppm
    pnmtops -noturn -rle -scale 0.5 tmp.ppm > $epsname
    rm tmp.ppm
done
```

10.6 Screenshot erstellen

Ein Screenshot ist ein Abbild des aktuellen Bildschirm- oder Fensterinhalts in einer Grafikdatei. Neben den hier beschriebenen Programmen weist auch Gimp eine einfache Screenshot-Funktion auf (Kommando XTNS|SCREENSHOT).

Tipp

Wenn Sie in einem Screenshot mehrere Fenster darstellen möchten, sollten Sie vorher den Bildschirmhintergrund auf Weiß stellen, damit dieser nicht stört. Unter KDE und Gnome verwenden Sie dazu das Kontrollzentrum. Falls Sie ohne ein Desktop-System unter X arbeiten, führt folgendes Kommando zum gewünschten Ergebnis:

```
user$ xsetroot -solid white
```

Wenn das Screenshot-Programm nicht in der Lage ist, den gewünschten Bereich einzugrenzen, erstellen Sie einfach einen Screenshot des gesamten Bildschirms. Anschließend können Sie ein Bildverarbeitungsprogramm – am einfachsten `xv` – dazu verwenden, den tatsächlich benötigten Ausschnitt zu extrahieren.

XV

Das auf Seite 438 schon erwähnte Programm `xv` kann auch zur Erstellung von Screenshots eingesetzt werden. Dazu klicken Sie zuerst den Button GRAB und anschließend ein

Fenster oder den Hintergrund des X-Systems an. `xv` liest daraufhin den Inhalt des Fensters oder des ganzen Bildschirms ein. Anschließend kann dieses Bild, wie oben beschrieben, bearbeitet und gespeichert werden.

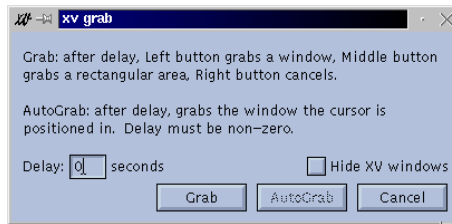


Abbildung 10.9: Das Screenshot-Steuerungsfenster von `xv`

HINWEIS

Die Screenshot-Funktion von `xv` bereitet je nach X-Server und Window Manager immer wieder Probleme, deren genaue Ursache unklar geblieben ist. `xv` scheint insbesondere Probleme mit dem Desktop-Wechsel des KDE-Window-Managers zu haben. Setzen Sie `ksnapshot` ein.

xgrab

Die Bedienung von `xgrab` ist ein wenig ungewöhnlich: Sie müssen im Voraus alle Optionen einstellen: den gewünschten Bildschirmbereich (ein Fenster, den ganzen Bildschirm oder ein vorher mit der Maus markiertes Rechteck), das Grafikformat (PostScript oder diverse Bitmap-Formate), gegebenenfalls PostScript-Optionen (für Abbildungen muss zumeist PS-FIGURE gewählt werden) und den Dateinamen.

Wenn OK angeklickt wird, verschwindet das Steuerungsfenster vom Bildschirm. Nach einer voreingestellten Zeit, in der Sie beispielsweise ein Menü auswählen können, wird der jetzt aktuelle Bildschirminhalt in der Datei gespeichert. Wenig später erscheint das Steuerungsfenster wieder. `xgrab` bietet keine Möglichkeit, die erzeugten Bilder anzusehen – dazu müssen Sie ein anderes Programm verwenden.

ksnapshot

Der wesentliche Vorzug des KDE-Programms `ksnapshot` besteht darin, dass es mit KDE harmonisiert und sich (im Gegensatz etwa zu `xv`) durch dessen Desktop-Verwaltung nicht aus dem Konzept bringen lässt. Die Bedienung ist einfach: Sie geben zuerst den Dateinamen, das Grafikformat für die Snapshot-Datei und eine Verzögerungszeit für das Auslösen der Snapshot-Funktion an. Die Snapshot-Funktion wird dann durch GRAB ausgelöst. Das resultierende Bild wird nicht automatisch gespeichert – dazu müssen Sie SAVE anklicken.

TIP

Wenn Sie Screenshots im GIF-Format speichern, werden Farbschattierungen teilweise durch Dithering (also durch die abwechselnde Verwendung zweier ähnlicher Farben) verunziert. Verwenden Sie ein anderes Format – z. B. BMP oder XPM –, und konvertieren Sie die Datei dann mit `xv` in ein anderes Format. (Verwenden Sie in `xv` die Option `24/8-BIT|BEST 24 → 8 BIT.`) Sie erreichen damit eine deutlich höhere Bildqualität!

10.7 Scanner

Die zurzeit erhältlichen Scanner werden üblicherweise an eine der drei folgenden Schnittstellen angeschlossen: USB, SCSI oder parallele Schnittstelle. Grundsätzlich kommt Linux mit allen drei Typen zurecht, tatsächlich hängt es aber ganz vom individuellen Modell ab, ob Linux damit umgehen kann oder nicht. Generell ist die Unterstützung für SCSI-Geräte am besten, die für Scanner an der parallelen Schnittstelle am schlechtesten.

VORSICHT

Wenn Sie sich in einem Elektromarkt den gerade billigsten Scanner kaufen, ist es leider so gut wie sicher, dass dieser unter Linux nicht funktioniert. Erkundigen Sie sich unbedingt vor dem Scanner-Kauf, ob das Gerät Linux-kompatibel ist, z. B. bei:

<http://panda.mostang.com/sane/sane-backends.html>
<http://www.buzzard.org.uk/jonathan/scanners-usb.html>
<http://www.buzzard.org.uk/jonathan/scanners.html>

Zur Verwendung von Scannern unter Linux gibt es das Programmpaket SANE (*Scanner Access Now Easy*). Bevor Sie Ihren Scanner einsetzen können, müssen Sie Linux (betrifft die Kernel-Module) und SANE (`/etc/sane.d/*`) so konfigurieren, dass SANE den Scanner erkennt. Diese Schritte sind im Folgenden für USB- und SCSI-Geräte beschrieben.

Scanner-Konfiguration

USB-Scanner

Wenn Sie ein USB-Gerät verwenden, müssen als Erstes die USB-Basis-Module geladen werden (`usb-uhci` oder `usb-ohci` sowie `usbcore`). Bei den meisten Distributionen werden diese Module automatisch geladen (siehe auch Seite 456).

Kernel-Modul manuell laden: Für die Kommunikation mit dem Scanner ist das Modul `scanner` verantwortlich. Wenn dem Kernel-Modul Ihr Scanner bereits bekannt ist, können Sie das Modul einfach mit `modprobe` laden. (Überzeugen Sie sich vorher mit `lsmod`, ob das nicht vielleicht schon automatisch geschehen ist.)

```
root# modprobe scanner
```

Wenn dieses Kommando zu einer Fehlermeldung führt, müssen Sie die Vendor- (Hersteller-) und Produkt-ID-Nummern explizit angeben. Die ID-Nummern können Sie der Datei `/proc/bus/usb/devices` oder dem Programm `usbview` entnehmen. Ab KDE 2.2 finden Sie die Informationen auch im KDE-Kontrollzentrum (INFORMATION|USB, siehe Abbildung 10.10). Beachten Sie, dass Sie den ID-Nummern beim Laden des scanner-Moduls die Zeichen `0x` voranstellen müssen, weil es sich um hexadezimale Zahlen handelt.

```
root# modprobe scanner vendor=0x4b8 product=0x10b
```

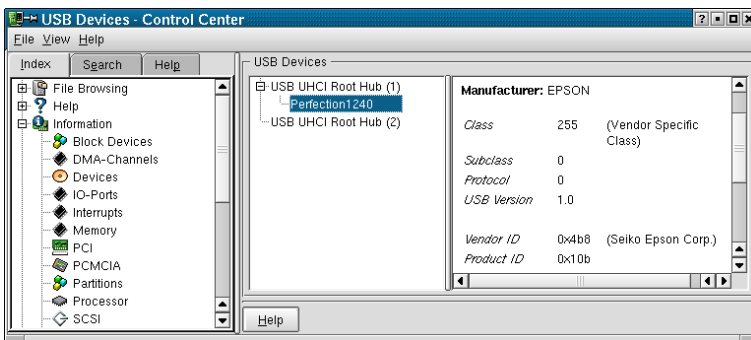


Abbildung 10.10: USB-Informationen zum angeschlossenen Scanner

Kernel-Modul automatisch laden: Wenn Sie möchten, dass das USB-scanner-Modul in Zukunft automatisch gestartet wird, müssen Sie je nach Distribution verschiedene Konfigurationsdateien verändern. (Details zu diesen Konfigurationsdateien finden Sie auf Seite 457.)

Red Hat: `/lib/modules/n/modules.usbmap` oder

`/etc/hotplug/usb.handmap`

Mandrake: `/etc/usb/default.conf`

SuSE: `/etc/usbmgr/usbmgr.conf`

SANE-Konfiguration: Der zweite Schritt besteht darin, die Produktdatei im Verzeichnis `/etc/sane.d` so zu ändern, dass SANE den Scanner findet. Normalerweise sind diese Dateien so eingerichtet, dass auf das Device `/dev/scanner` zugegriffen wird. Für USB-Scanner muss stattdessen aber `/dev/usbscanner` oder `/dev/usb/scanner0` verwendet werden.

Bei meinem Scanner (Epson Perfection 1240U) lautet die Produktdatei `/etc/sane.d/epson.conf`. Damit der Scanner korrekt erkannt wird, muss die Datei eine Zeile mit dem folgenden Text enthalten. (Da die SANE-Konfigurationsdateien normalerweise für SCSI-Scanner vorkonfiguriert sind, müssen Sie die Änderung selbst vornehmen.)

```
# /etc/sane.d/epson.conf
usb /dev/usb/scanner0
```


`scanimage -L` sollte den Scanner jetzt selbstständig erkennen:

```
root# scanimage -L
device `epson:/dev/usb/scanner0' is a Epson Perfection1240 flat-
bed scanner
```

HINWEIS

SANE berücksichtigt nur die Produktdateien, die in `/etc/sane.d/dll.conf` angegeben sind. Wenn SANE Ihren Scanner nicht erkennt (und Sie sich vergewissert haben, dass SANE diesen Scanner prinzipiell unterstützt), sollten Sie einen Blick in `dll.conf` werfen und sicherstellen, dass der Produktname Ihres Scanners dort nicht auskommentiert ist.

SCSI-Scanner

Kernel-Module: SCSI-Scanner werden mit dem SCSI-Generic-Treiber (Modul `sg`) angesprochen. Neben diesem Modul müssen außerdem ein Modul mit den SCSI-Grundfunktionen (`scsi_mod`) sowie ein Modul mit dem SCSI-Low-Level-Treiber für die SCSI-Karte geladen sein. Falls das nicht automatisch der Fall ist (siehe Seite 382), müssen Sie die drei Module mit `modprobe` laden. Bitte beachten Sie, dass der Scanner bereits vor dem Laden der Module eingeschaltet werden muss! (Wie Sie den Scanner auch dann richtig in das SCSI-System integrieren, wenn Sie das Gerät erst später einschalten, ist in der `sane-scsi`-Manualeseite beschrieben.)

SANE-Konfiguration: SANE spricht den Scanner wahlweise über `/dev/scanner` oder über `/dev/sgx` an, wobei das Programm selbst in der Lage ist, die richtige Device-Datei zu finden. Dazu muss die SANE-Geräte-datei (also z. B. `/etc/sane.d/epson.conf`) die folgende Zeile enthalten. (Das ist meistens bereits per Default der Fall, sodass keine Änderung notwendig ist.)

```
# /etc/sane.d/epson.conf
scsi epson
```

Diese Zeile bewirkt, dass SANE alle SCSI-Generic-Devices `/dev/sgx` nach einem Scanner von Epson durchsucht. Wenn es Probleme bei der Scanner-Suche gibt, können Sie das zu SANE gehörende Kommando `find-scanner` zu Hilfe nehmen. (Dieses Kommando sucht nur nach SCSI-Scannern, nicht nach USB-Scannern oder anderen Geräten!)

Scannen mit XSane

Das SANE-Paket besteht aus einer Reihe von Programmen:

```
scanimage: textorientiertes Kommando zum Scannen
xscanimage: komfortable X-Oberfläche zum Scannen
xcam: X-Programm zur Verarbeitung von Bildern aus einer Webcam
```

`xscanimage` bietet für viele Anwendungen bereits ausreichende Einstellmöglichkeiten. In einem Preview-Fenster kann das Bild zuerst in niedriger Auflösung gescannt werden.

Anschließend wird dort der relevante Ausschnitt markiert, der anschließend in höherer Qualität gescannt und direkt in eine Datei geschrieben wird.

Noch erheblich mehr Konfigurationsmöglichkeiten (Farb- und Kontrastkorrektur etc.) bietet das Programm *xsane*, das üblicherweise als eigenes Paket installiert werden muss. Das Programm nutzt die Funktionen von SANE, bietet aber eine eigene Benutzeroberfläche. Die folgende Aufzählung nennt die wichtigsten Vorteile gegenüber *xscanimage*:

- Die Auswirkungen einer Farbkorrektur können bereits im Preview-Fenster betrachtet werden.
- Im Preview-Fenster können mit so genannten Pipetten Punkte markiert werden, die weiß oder schwarz sind. Auf diese Weise kann das Programm einen Weißabgleich durchführen.
- *xsane* kann nach vorheriger Konfiguration auch dazu verwendet werden, das eingescannte Bild sofort auszudrucken (Copy-Funktion) oder zu faxen.

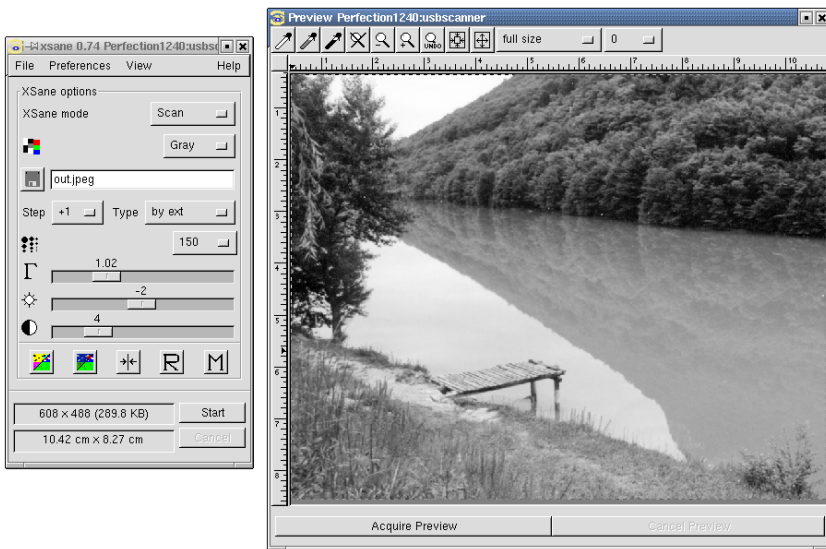


Abbildung 10.11: *xsane* mit Preview-Fenster

Ausführliche Informationen zu *xsane* finden Sie unter:

<http://www.xsane.org>

TIPP

Nach der Installation von SANE können Sie auch in Gimp scannen. Das Scan-Modul gehört nicht zu Gimp, sondern ist Bestandteil des SANE-Pakets. Weitere Informationen finden Sie in der Manualseite zu *xscanimage*.

Es ist eine eigene Kunst, qualitativ hochwertige Scans zu erstellen. Das HELP-Menü von xsane führt zu einigen Webseiten mit Tipps zu diesem Thema.

Noch schwieriger ist es, Scans in einer guten Qualität wieder auszudrucken. Meistens muss das eingescannte Bild dazu vorher mit einem Bildverarbeitungsprogramm wie Gimp optimiert werden. Wenn Sie Probleme mit Moiré-Mustern haben, versuchen Sie es einmal mit dem Filter ENHANCE-DESPECKLE!

Scannen mit Kooka

Ab KDE 2.2 wird ein weiteres komfortables Scan-Tool mitgeliefert, nämlich das Programm kooka. Es baut auf den SANE-Bibliotheken auf, d. h. SANE muss installiert und korrekt konfiguriert werden. (xsane ist aber nicht erforderlich.)

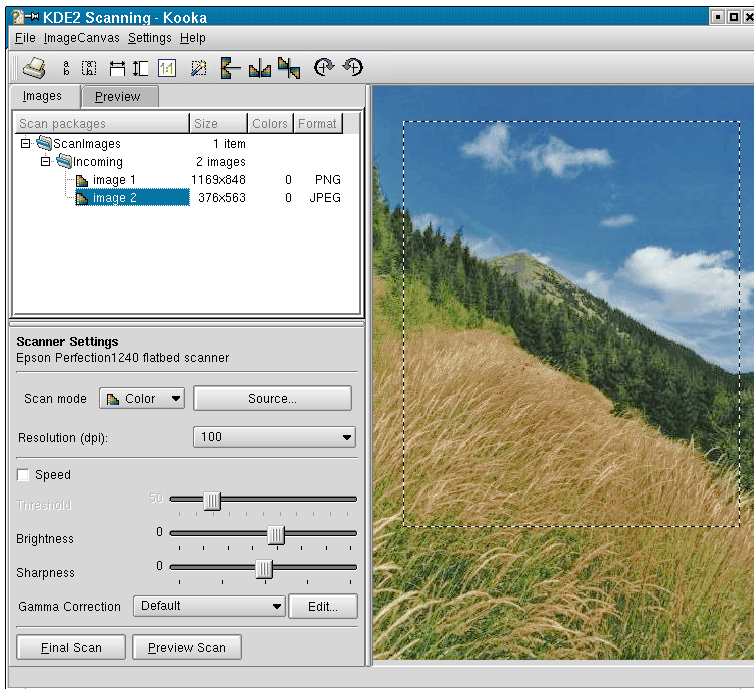


Abbildung 10.12: Scannen mit kooka

Das Programm zeichnet sich durch zwei Besonderheiten aus:

- In kooka ist eine Schnittstelle zum Texterkennungsprogramm gocr enthalten. Wenn dieses Programm nicht mit Ihrer Distribution mitgeliefert wird, finden Sie es unter:
<http://jocr.sourceforge.net>
- Alle eingescannten Bilder werden automatisch gespeichert. Dazu wird das folgende Verzeichnis verwendet:

`.kde[2]/share/apps/ScanImages/Incoming`

Die Bedienung von kooka bedarf eigentlich keiner langen Erklärung. Achten Sie darauf, dass das Fenster groß genug ist, damit die Buttons FINAL SCAN und PREVIEW SCAN am unteren Fensterrand sichtbar sind.

Kapitel 11

Hardware

Grundsätzlich wird Hardware in diesem Buch immer in den Kapiteln beschrieben, in denen sie zum Thema passt: der Umgang mit Grafikkarten bei der X-Konfiguration in Kapitel 12, Modems und ISDN-Karten im Kapitel 15 zum Thema Internet-Zugang, die Konfiguration einer Sound-Karte im Kapitel 23, wo es um Audio und MP3 geht, etc.

Dass es hier dennoch ein eigenes Hardware-Kapitel gibt, hat zwei Gründe: Einerseits erschien es zweckmäßig, eine zentrale Hardware-Referenz einzurichten, um die Suche nach hardware-relevanten Informationen in diesem Buch zu erleichtern. Diese Referenz finden Sie im ersten Abschnitt des Kapitels.

Andererseits passen manche Hardware-Aspekte in kein anderes Kapitel – etwa USB, Firewire, der Umgang mit Notebooks etc. Diese Themen werden in den weiteren Abschnitten dieses Kapitels behandelt.

Ich will mit diesem Kapitel aber keine falschen Erwartungen wecken: Dieses Buch ist nicht das Linux-Hardware-Bastelbuch. Es gibt viel zu viel Hardware-Komponenten, als dass ich deren Verwendung unter Linux auch nur annähernd beschreiben könnte. Dieses Kapitel kann weder das Internet als aktuelle Informationsquelle ersetzen noch Fachzeitschriften, die sich derartiger Spezialthemen annehmen können und die dafür von den Hardware-Herstellern kostenlos Testgeräte zur Verfügung gestellt bekommen.

11.1 Hardware-Referenz

Dieser Abschnitt enthält eine systematisch geordnete Übersicht über die in diesem Buch beschriebenen Hardware-Komponenten. Es ist klar, dass es darüber hinaus viele weitere Hardware-Komponenten gibt, die in diesem Buch aus den verschiedensten Gründen *nicht* beschrieben sind. Auf Seite 44 finden Sie eine Sammlung von Internet-Adressen, die als erster Startpunkt für eine weiterer Recherche dienen können.

TIPP

Erkundigen Sie sich *vor dem Kauf*, ob Ihre neue Hardware Linux-kompatibel ist! Dazu reicht es nicht aus, den Händler zu fragen: Er weiß es im Regelfall nicht oder (noch schlimmer) gibt gar falsche Auskunft. Werfen Sie einen Blick auf die üblichen Linux-Hardware-Seiten. Führen Sie mit `http://groups.google.com` eine Suche mit den Begriffen *linux modellname* durch. Sie werden unweigerlich auf News-Artikel stoßen, in denen Linux-Anwender fragen, wie die Hardwarekomponente *xy* unter Linux eingesetzt werden kann.

Device-Dateien: Die meisten Hardware-Komponenten werden über so genannte Devices angesprochen – z. B. `/dev/psaux` für eine PS/2-Maus. Eine Liste mit den wichtigsten Linux-Device-Dateien finden Sie auf Seite 224.

Proc-Dateien: Bei manchen Hardware-Komponenten finden Sie im `/proc`-Verzeichnis detaillierte Informationen. Eine Liste der wichtigsten `/proc`-Dateien finden Sie auf Seite 312.

Kernel-Module: Sehr viele Hardware-Komponenten werden von Linux durch Module unterstützt, die erst bei Bedarf geladen werden. Das funktioniert meistens automatisch – aber leider nicht immer. In solchen Fällen ist die Datei `/etc/modules.conf` der Startpunkt für eine spezifische Konfiguration. Der Umgang mit Modulen und mit dieser Datei wird ab Seite 377 beschrieben.

CPU, Speicher, PCI-Bus

Speichergröße angeben (Kernel-Parameter)

Seite 356

CPU (Systemprozessor): Dieses Buch behandelt ausschließlich Rechner mit einem Prozessor, der zum Intel-Prozessor 386 kompatibel ist (also z. B. Intel 486, Celeron, Pentium sowie AMD Duron und Athlon). Nicht behandelt werden die Besonderheiten von Multi-Prozessor-Rechnern (SMP) und von anderen Prozessorarchitekturen.

Speicher (RAM): In ganz seltenen Fällen ist Linux nicht in der Lage, den vorhandenen Speicher zu erkennen. (Die Ursache ist ein BIOS-Problem.) Wenn Sie vermuten, dass Ihr Rechner Hardware-Probleme beim RAM hat (defekte Speicherbausteine etc.), bietet das Programm Memtest86 eine gute Möglichkeit, das RAM zu testen. Bei SuSE kann Memtest86 komfortabel via LILO gestartet werden, ansonsten können Sie sich leicht eine bootfähige Diskette mit dem Programm erstellen, das Sie hier finden:

<http://www.teresaudio.com/memtest86/>

PCI-Bus: Informationen über PCI-Erweiterungskarten in Ihrem Rechner können Sie entweder mit dem Kommando `lspci` ermitteln oder der Datei `/proc/pci` entnehmen.

Tastatur, Maus, Joystick

US-Tastaturlayout	Seite 97
Tastaturkonfiguration (Textkonsole)	Seite 158
Eingabe von Sonderzeichen (Textkonsole)	Seite 160
Tastaturkonfiguration (X)	Seite 500
Maus – Verwendung unter X	Seite 115
Mauskonfiguration (Textkonsole)	Seite 164
Mauskonfiguration (X)	Seite 505
Rad-Maus (IntelliMouse)	Seite 507

Joysticks werden unter Linux über die Device-Dateien `/dev/input/js*` angesprochen. (Bis zur Kernel-Version 2.2 war `/dev/js*` üblich.) Damit der Joystick verwendet werden kann, müssen (mit `modprobe` und in dieser Reihenfolge) die folgenden Kernel-Module geladen werden:

Analoge Joysticks am Gameport der Soundkarte:
`joydev`, `ns558` und `analog`

USB-Joysticks (siehe auch Seite 456):
`usbcore`, `usb-uhci` oder `usb-ohci`, `input`, `hid` und `joydev`

Die Funktion des Joysticks kann mit `jstest /dev/input/js0` getestet werden. Zur Kalibrierung können die Programme `jscal` oder `jscalibrator` verwendet werden.

VERWEIS

Weitere Informationen zum Thema Joystick finden Sie in der Linux-Kernel-Dokumentation oder auf der folgenden Website:

`/usr/src/linux/Documentation/joystick.txt`
<http://www.suse.cz/development/input/joystick.html>

Festplatten, Disketten, CD-ROMs, DVDs und andere Datenträger

Festplatten- und CD-Device-Namen	Seite 70
Festplattenpartitionen (Grundlagen)	Seite 68
Umgang mit Dateien und Verzeichnissen	Seite 201
Festplattenpartitionen in das Dateisystem einbinden	Seite 245
Daten-CDs/-DVDs in das Dateisystem einbinden	Seite 248
Disketten in das Dateisystem einbinden	Seite 252
IDE/SCSI	Seite 453
Audio-CDs	Seite 989
CD-Rs brennen	Seite 1003

Externe Speichergeräte: Externe Speichergeräte (z. B. Zip-Laufwerke, CD-Brenner etc.) werden überwiegend als SCSI-Geräte angesprochen, unabhängig davon, wie sie wirklich mit dem Rechner verbunden sind (z. B. über die parallele Schnittstelle oder über USB). Ein Beispiel für den Umgang mit solchen Geräten finden Sie im CD-R-Abschnitt ab Seite 1003.

Streamer: Linux unterstützt unterschiedliche Streamer-Typen: IDE- und SCSI-Streamer sowie Streamer, die an den Floppy-Controller bzw. an die parallele Schnittstelle angeschlossen sind.

Streamer werden *nicht* mit `mount` in das Dateisystem eingebunden, weil sie kein Dateisystem enthalten (sondern nur eine oder mehrere Archivdateien). Stattdessen werden Daten direkt mit `tar` oder `cpio` zum oder vom Streamer übertragen. Je nach Streamer müssen dabei die folgenden Devices verwendet werden:

<code>/dev/st *</code>	SCSI-Streamer, Band wird automatisch zurückgespult
<code>/dev/nst *</code>	SCSI-Streamer, Band wird nicht zurückgespult
<code>/dev/ht *</code>	IDE-Streamer, Band wird automatisch zurückgespult
<code>/dev/nht *</code>	IDE-Streamer, Band wird nicht zurückgespult
<code>/dev/ftape</code>	Floppy-Streamer
<code>/dev/rmt *</code>	QIC-02-Streamer mit eigener Interface-Karte

Mit `mt` können Bänder vor- oder zurückgespult werden. Siehe auch Seite 956 (`mt`) und 969 (`tar`).

Grafik, Sound

Grafikkarte konfigurieren (X)	Seite 473
3D-Grafikkarten (X)	Seite 493
TV-Karten, Video (X)	Seite 499
Sound-Karte konfigurieren	Seite 982

Internet, Netzwerke

Ethernet-Netzwerkkarten (10/100 MBit/s)	Seite 597
Modem	Seite 633
ISDN-Karte	Seite 650
ADSL-Modem (Network Terminator)	Seite 659

Parallele und serielle Schnittstellen, IDE-, SCSI, USB, Firewire

Parallele Schnittstelle (Drucker)	Seite 409
Serielle Schnittstelle (Maus)	Seite 164
Serielle Schnittstelle (Modem)	Seite 635
PS/2-Schnittstelle (Maus)	Seite 164
IDE/SCSI-Devices	Seite 70
IDE – 1024-Zylinder-Limit	Seite 98
IDE – DMA-Modus	Seite 291
SCSI und LILO	Seite 332
SCSI-Karte (Kernel-Modul konfigurieren)	Seite 382
USB	Seite 456
Firewire (IEEE 1394, i.Link)	Seite 462

Drucker und Scanner

Drucker konfigurieren und verwenden	Seite 401
Scanner	Seite 443

Notebooks, PCMCIA-Karten, PDAs

Notebook Installation	Seite 93
PCMCIA	Seite 466
APM (Energiesparfunktionen)	Seite 468

VERWEIS

Der Umgang mit PDAs (also Personal Digital Assistants), also die Synchronisierung von Daten zwischen dem PDA und Linux, wird in diesem Buch nicht beschrieben. Es gibt aber eine ganze Palette von Programmen, die die Verbindung zwischen den marktüblichen Geräten (insbesondere solchen mit PalmOS) und KDE oder Gnome herstellen. Ein guter Startpunkt ist die folgende Website:
http://www.mobilix.org/pda_linux.html

11.2 Hardware-Änderungen

Das Installationsprogramm leistet normalerweise gute Dienste bei der Erkennung der eingebauten Hardware. Aber was, wenn Sie Ihren Rechner nach der Installation ergänzen? Zumeist geht es jetzt darum, `/etc/modules.conf` so zu verändern, dass die neue Hardware verwendet werden kann. Dazu können Sie diese Konfigurationsdatei entweder manuell ändern (siehe auch Seite 377) oder dafür vorgesehene Hilfsmittel der unterschiedlichen Distributionen einsetzen.

Mandrake: Bei Mandrake können Sie unter X das Programm `harddrake` starten. Das Programm versucht, die gesamte eingebaute Hardware zu erkennen, und stellt diese in einem Baumdiagramm dar (ähnlich der Systemsteuerung unter Windows).

Bei einem Teil der Geräte (z. B. Netzwerkkarten, Sound-Karten) erscheint im rechten Fens-
 terteil ein Button `RUN CONFIGURATION TOOL`, mit dem das Gerät sofort konfiguriert werden kann. Diese Konfiguration betrifft allerdings nur die Hardware-Einstellungen, soweit sie in der Datei `/etc/modules.conf` vorgenommen werden, nicht aber darüber hinausgehende Dinge wie etwa die Netzwerkkonfiguration.

`harddrake` wird beim Rechnerstart durch den `Init-V`-Prozess gestartet und versucht bei dieser Gelegenheit, neue Hardware zu erkennen und auf Wunsch auch zu konfigurieren. Dazu wird `harddrake` im Textmodus ausgeführt.

Red Hat: Red Hat versucht ebenfalls im Rahmen des `Init-V`-Prozesses, Veränderungen an der eingebauten bzw. angeschlossenen Hardware zu erkennen. Dazu wird das Programm `kudzu` ausgeführt, das PCI- und Kernel-Meldungen auswertet und andere Mechanismen der Hardware-Erkennung nutzt, um den Hardware-Status des Rechners festzustellen. Der aktuelle Status wird mit den zuletzt in `/etc/sysconfig/hwconf` gespeicherten Daten verglichen. Treten dabei Abweichungen auf, erscheint ganz im Stil von Microsoft Windows (allerdings im Textmodus) ein Dialog, der ein neu entdecktes Gerät meldet und fragt, ob dieses Gerät konfiguriert werden soll.

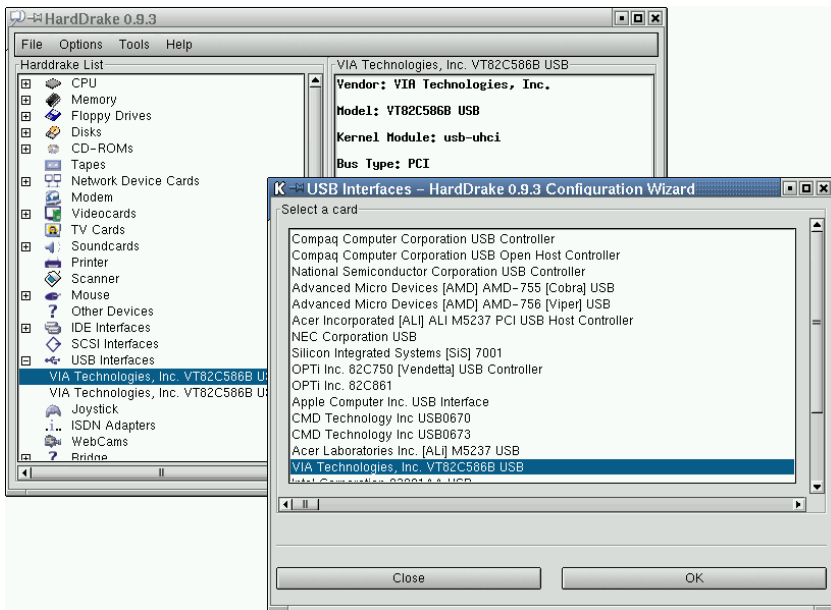


Abbildung 11.1: Hardware-Erkennung mit harddrake

Während die Hardware-Erkennung verblüffend gut funktioniert, führen die Konfigurationsversuche von kudzu nicht immer zum Erfolg. (In einem Fall endete der Versuch, eine Sound-Karte zu konfigurieren, damit, dass mein System nicht mehr gestartet werden konnte.)

kudzu kann prinzipiell auch im laufenden Betrieb (von root) ausgeführt werden. Wenn Sie nicht möchten, dass dabei die seriellen Schnittstellen gestört werden, verwenden Sie die Option `-s`. (Eine grafische Oberfläche wie bei harddrake fehlt noch. Mit Red Hat 7.2 Beta 2 wird aber das Programm hwbrowser mitgeliefert, das eine derartige Funktion verspricht. Die getestete Version funktionierte allerdings noch nicht zufriedenstellend.)

SuSE: SuSE liefert zurzeit (Version 7.2) keine Werkzeuge zur automatischen Hardware-Erkennung nach der Installation mit. Modems, ISDN-Karten, Netzwerkkarten, Sound-Karten und Drucker können aber jederzeit mit YaST2 konfiguriert werden. Außerdem enthält `/etc/modules.conf` eine Fülle von Kommentaren, die bei der manuellen Konfiguration helfen (etwa beim nachträglichen Einbau einer SCSI-Karte).

11.3 USB

USB steht für *Universal Serial Bus* und wird zur Verbindung zwischen dem Computer und externen Geräten eingesetzt – von der Maus bis zum Scanner. Seit Kernel 2.4 wird USB 1.*n* von Linux offiziell unterstützt (und viele Funktionen standen auch vorher schon zur Verfügung). Umfassende Informationen zu USB und Linux finden Sie wie immer im Internet:

```
http://www.linux-usb.org/  
http://linuxusbguide.sourceforge.net/
```

USB-Module

Für die Kommunikation zwischen den USB-Geräten und Linux sind Kernel-Module zuständig. Diese Module befinden sich im folgenden Verzeichnis (bzw. in dessen Unterverzeichnissen):

```
/lib/modules/n/kernel/drivers/usb/
```

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Funktion der wichtigsten Module:

USB-Kernel-Module	
usb-uhci/usb-ohci	Kommunikation mit dem USB-Hostcontroller (Mainboard)
usbcore	Grundfunktionen
acm	Modems (<i>abstract control model</i>)
audio	Audio-Geräte
hid	Funktionen für Eingabegeräte wie Maus oder Tastatur (<i>human interface device</i>)
ibmcam	IBM-Webcam
mod.quickcam	Dexxa/Logitech-Webcam
ov511	Creative-Webcam
printer	Drucker
scanner	Scanner
usb-serial	USB-Geräte, die intern eine serielle Schnittstelle verwenden
usb-storage	Speichergeräte (CD-R, Zip etc.)

Für die USB-Grundfunktionen ist es erforderlich, dass zumindest die Module `usb-uhci` oder `usb-ohci` sowie `usbcore` geladen sind. Ob `usb-uhci` oder `usb-ohci` zum Einsatz kommt, hängt davon ab, welcher USB-Controller auf Ihrem Mainboard bzw. Ihrer USB-Karte integriert ist. (Die beiden Abkürzungen stehen für *Open* bzw. *Universal Host Controller Interface*.) Welchen Controller Sie haben, können Sie mit `lspci -v` ermitteln. Weitere Informationen zur Anwendung dieser Module für bestimmte USB-Geräte finden Sie ab Seite 460.

Verwaltung der USB-Module

In einer vollkommenen Welt würden Sie Ihr USB-Gerät an den Computer anschließen und Linux würde automatisch die richtigen USB-Module laden. In der realen Welt, in der wir leben, funktioniert das leider nur bei manchen USB-Geräten. Wenn es nicht funktioniert, müssen Sie (meist im Internet) ergründen, welches Modul zu Ihrem USB-Gerät passt; anschließend laden Sie das Modul manuell mit `modprobe`.

Die folgenden Absätze erklären, wie das automatische Laden von Modulen je nach Distribution funktioniert und welche Konfigurationsdateien Sie gegebenenfalls ändern müssen, damit die Module auch bei Ihren USB-Geräten automatisch geladen werden.

Mandrake: Während des Init-V-Prozesses wird der Dämon `usbd` gestartet. Dieses Programm überwacht die Datei `/proc/bus/usb/devices`. Bei Veränderungen werden anhand der (recht kleinen) Datenbank `/etc/usb/default.conf` die entsprechenden USB-Module aktiviert. Diese Datei gibt an, welches Modul für welches USB-Gerät zuständig ist.

Die Zuordnung zwischen Gerät und Modul erfolgt anhand der ID-Nummern des USB-Geräts: Klasse, Subklasse, Protokoll, Vendor-ID (Hersteller-ID) und Produkt-ID. Wenn Sie beispielsweise möchten, dass beim Anschließen eines USB-Geräts mit der Vendor-ID `0x4b8` und der Produkt-ID `0x10b` das Scanner-Modul geladen wird, fügen Sie die folgende Zeile ein:

```
# in /etc/usb/default.conf
vendor 0x4b8 product 0x10b kmod scanner
```

Red Hat, SuSE ab 7.3: Diese Distributionen nutzen zur USB-Modulverwaltung die Hotplug-Funktion des Kernel 2.4. Während des Init-V-Prozesses (in `/etc/rc.d/rc.sysinit`) wird der Kernel so eingestellt, dass beim Ein- oder Ausstecken von Netzwerkkomponenten, USB-Geräten und PCI-Cardbus-Geräten (Notebooks) das Programm `/sbin/hotplug` ausgeführt wird. Dieses Programm kümmert sich darum, dass die notwendigen Module geladen und eventuell auch die erforderlichen Programme gestartet werden. Dieser Mechanismus ist seit der Kernel-Version 2.4 für die Verwaltung dynamisch konfigurierbarer Geräte vorgesehen.

Der einzige Nachteil im Vergleich zu den anderen hier beschriebenen Verfahren besteht darin, dass die Konfiguration relativ kompliziert ist. Alle Konfigurationsdateien befinden sich in `/etc/hotplug`. An dieser Stelle werden nur die für USB relevanten Dateien beschrieben.

Konfigurationsdateien in /etc/hotplug (Red Hat)

<code>usb.rc</code>	Script für Init-V-Runlevel-Wechsel
<code>usb.agent</code>	Script für Änderung am USB-Bus
<code>usb.handmap</code>	Kernel-Module für HID-Devices (Maus, Tastatur etc.)
<code>usb.distmap</code>	Kernel-Module für alle anderen Devices (Kernel 2.2)
<code>usb.usermap</code>	Setup-Scripts (zurzeit leer)
<code>usb/modulname</code>	Setup-Script zum Modul <i>modulname</i>

Das Script `usb.rc` soll in Zukunft bei einem Wechsel des Init-V-Runlevels aufgerufen werden (durch `/etc/init.d/hotplug`). Zurzeit wird das Script allerdings noch nicht verwendet. Bei Red Hat 7.1 und 7.2 wird `hotplug` durch `/etc/rc.d/rc.sysinit` initialisiert.

Das Script `usb.agent` wird jedes Mal aufgerufen, wenn ein USB-Gerät angeschlossen oder wieder ausgeschaltet oder abgesteckt wird (also bei jeder Änderung am Bus). Das Script ist dafür verantwortlich, dass die zum Gerät passenden Module geladen und eventuell auch weitere Konfigurationsscripts gestartet werden. Dazu wertet es die folgenden drei Dateien aus. (`usb.distmap` wird nur bei Kernel 2.2 verwendet.)

```
/lib/modules/n/modules.usbmap
/etc/hotplug/usb.handmap
/etc/hotplug/usb.usermap
```

Diese Dateien geben an, welche Module bzw. welche Scripts für bestimmte USB-Geräte zuständig sind. Die Zuordnung erfolgt anhand von elf (!) verschiedenen ID-Werten. (Der Wert 0 bedeutet, dass die jeweilige Spalte ignoriert werden soll.)

VERWEIS

Weitere Informationen zum `hotplug`-Mechanismus finden Sie unter:
`/usr/src/linux/Documentation/usb/hotplug.txt`
<http://linux-hotplug.sourceforge.net>

SuSE 7.2: Während des Init-V-Prozesses wird das Programm `/sbin/usbmgr` gestartet (nur, wenn in `/etc/rc.config` die Variable `START_USB` auf `YES` gestellt ist). Dieses Programm bindet das USB-Dateisystem in den Verzeichnisbaum ein, lädt die USB-Grundmodule und überwacht dann den USB-Bus. Bei Änderungen werden die entsprechenden Module geladen und eventuell auch Script-Dateien ausgeführt. Die Konfiguration von `usbmgr` erfolgt durch die Dateien in `/etc/usbmgr`.

Konfigurationsdateien in /etc/usbmgr (SuSE)

host	UHCI oder OHCI
preload.conf	diese Module immer laden
usbmgr.conf	Zuordnung zwischen USB-Geräten und Modulen
class/n/m/module	Modul für USB-Klasse n, Subklasse m
class/n/m/script	Script für USB-Klasse n, Subklasse m
vendor/n/m/module	Modul für Vendor n, Produkt m
vendor/n/m/script	Modul für Vendor n, Produkt m

Sämtliche Dateien der Verzeichnisse `class` und `vendor` enthalten dieselben Informationen wie die Datei `usbmgr.conf`. Aus Effizienzgründen wertet `usbmgr` allerdings nur die Dateien in `class` und `vendor` aus! Wenn Sie eine Änderung in `usbmgr.conf` durchführen, müssen die Verzeichnisse `class` und `vendor` danach aktualisiert werden. Diese Aufgabe übernimmt das Programm `update_usbdb`.

Die Zuordnung der USB-Geräte zu den zu ladenden Modulen bzw. zu den auszuführenden Script-Dateien erfolgt auf der Basis der ID-Nummern der USB-Geräte. Das in `usbmgr.conf` eingesetzte Format ist leicht zu verstehen. Wenn Sie beispielsweise möchten, dass beim Anstecken eines USB-Geräts mit der Vendor-ID `0x4b8` und der Produkt-ID `0x10b` das Scanner-Modul geladen wird, fügen Sie die folgenden Zeilen ein:

```
# /etc/usbmgr/usbmgr.conf
...
# Perfection 1240U [Epson]
vendor 0x4b8 product 0x10b module scanner
```

Damit diese Änderung wirksam wird, müssen Sie `update_usbdb` ausführen:

```
root# update_usbdb /etc/usbmgr/usbmgr.conf
```

VERWEIS

Weitere Informationen zum `usbmgr`-Dämon finden Sie unter:

`/usr/share/doc/packages/usbmgr/README`
<http://www.wondernetworkresources.com/staff/shuu/linux/usbmgr/>

Device-Dateien, USB-Dateisystem

Device-Dateien: Die meisten USB-Geräte werden über Device-Dateien angesprochen. Die Dateien befinden sich im Verzeichnis `/dev/usb` (z. B. `/dev/usb/lp0`). Aus Kompatibilitätsgründen zu älteren Distributionen gibt es bei manchen Distributionen auch Device-Dateien direkt in `/dev` (z. B. `/dev/usb/lp0`). Die Major-Nummer von USB-Devices ist zumeist 180. (`ttyUSBn`-Devices haben die Major-Nummer 188.)

USB-Dateisystem: In `/proc/bus/usb` finden Sie zahlreiche Dateien mit Verwaltungsinformationen über USB-Geräte. Die beiden wichtigsten Dateien sind:

<code>/proc/bus/usb/devices</code>	Liste aller angeschlossenen USB-Geräte
<code>/proc/bus/usb/driver</code>	Liste aller geladenen USB-Treiber und der dazugehörenden Minor-Device-Nummern

Die Datei `devices` enthält in einer leider schwer lesbaren Form Detailinformationen zu allen angeschlossenen USB-Geräten: die Bezeichnung des Geräts, Vendor- und Produkt-ID-Nummern sowie weitere ID-Werte zur Klassifizierung des Geräts (Klasse, Subklasse, Protokoll etc.).

Das USB-Dateisystem muss während des Init-V-Prozesses in den Verzeichnisbaum eingebunden werden. Das dazu erforderliche Kommando sieht wie unten gezeigt aus. (Statt *none* darf jede beliebige Zeichenkette verwendet werden.) Dieses Kommando wird bei Mandrake und Red Hat in `/etc/rc.d/rc.sysinit` ausgeführt. Bei SuSE kümmert sich `usbmgr` darum.

```
root# mount -t usbdevfs none /proc/bus/usb
```

usbview: Der Inhalt von `/proc/bus/usb/devices` ist relativ schwer zu lesen. Das X-Programm `usbview` stellt dieselben Informationen übersichtlicher dar.

KDE-Kontrollzentrum: Ab KDE 2.2 werden die USB-Informationen auch im Kontrollzentrum angezeigt (Dialog INFORMATION|USB, siehe Abbildung 10.10 auf Seite 444).

Verwendung von USB-Geräten

Der Platz reicht nicht aus, um hier Informationen zur Verwendung aller von Linux unterstützten USB-Geräte zu geben. Die folgenden Absätze sollen aber zumindest einige Tipps geben. Weitere Informationen finden Sie bei <http://www.linux-usb.org>.

TIPP

Wenn Sie ein neues USB-Gerät unter Linux testen möchten, stecken Sie es einfach an. Im Idealfall wird das Gerät erkannt und das entsprechende Treibermodul geladen. (Das können Sie mit `lsmod` feststellen.) Wenn das nicht der Fall ist, müssen Sie ergründen, welches Modul zu Ihrem Gerät passt.

Bei einigen USB-Geräten sind die Schnittstellen genormt, sodass etwa für alle Speichergeräte das Modul `usb-storage` verwendet werden kann. Bei anderen Geräten (z. B. Webcams) ist die Suche nach dem richtigen Modul schwieriger – werfen Sie einen Blick auf www.linux-usb.org oder setzen Sie eine Suchmaschine ein.

Der nächste Schritt besteht darin, zum Gerät passende Anwendungsprogramme zu finden (bei einem Scanner also beispielsweise SANE). Das Kernel-Modul allein stellt ja oft nur die Kommunikationsmechanismen zur Verfügung.

Tastatur: Eine USB-Tastatur sollte schon funktionieren, bevor Linux die erforderlichen USB-Module lädt. Deswegen enthalten moderne Mainboards entsprechende Funktionen bereits im BIOS. Für die Verwendung unter Linux benötigen Sie das USB-Modul `hid` sowie die von USB unabhängigen Module `input` und `keybdev`.

Maus: USB-Mäuse werden über die Devices `/dev/usb/mousen` oder `/dev/input/mousen` angesprochen. Falls Sie mehrere Mäuse gleichzeitig verwenden, liefert `/dev/input/mice` ein Signal mit der Summe aller Mausbewegungen. Sie benötigen die Module `hid`, `input` und `mousedev`.

Joystick: Device `/dev/input/jsn`.

Erforderliche Module: `hid`, `input` und `joydev`.

Modem, ISDN-Adapter, ADSL-Hubs: Derartige Geräte unterstützen meistens die *Communication Device Class Specification* (CDC). Wenn das der Fall ist, müssen Sie das USB-Modul `acm` laden. Die Geräte werden dann wie Modems mit den Devices `/dev/usb/ttyACMn` angesprochen. Für USB-Geräte, die nicht CDC-kompatibel sind, benötigen Sie eigene Treiber, die manchmal vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden.

Geräte mit serieller Schnittstelle: Eine ganze Reihe von USB-Geräten sind intern eigentlich mit einer seriellen Schnittstelle ausgestattet. Um diese Geräte USB-tauglich zu machen, wurden sie mit einem USB-Adapter ausgestattet. Unter Linux können Sie diese Geräte über die Devices `/dev/usb/ttyUSBn` so ansprechen, als wären sie tatsächlich an eine serielle Schnittstelle angeschlossen. Dazu muss das Modul `usb-serial` geladen werden.

Digital-Kameras: Bei Digital-Kameras mit USB-Anschluss gibt es zwei Varianten. Die elegantere besteht darin, dass sich die Kamera wie ein Speichermedium (wie eine Art Festplatte) verhält – in diesem Fall kommt das `usb-storage`-Modul zum Einsatz (siehe unten). Die andere Variante erfordert je nach Kamera-Modell ein eigenes USB-Modul. Zurzeit stehen die Module `dc2xx` (Kodak) sowie `mdc800` (Mustek) zur Auswahl. Die Geräte werden dann über die Devices `/dev/usb/dc2xxn` bzw. `/dev/usb/mdc800` angesprochen.

Festplatten, ZIP- und CD-R-Laufwerke und andere Speichermedien: Fast alle USB-Speichergeräte unterstützen intern das SCSI-Protokoll. Das Modul `usb-storage` hat daher lediglich die Aufgabe, das USB-Gerät in das SCSI-System abzubilden. (Aus diesem Grund müssen neben dem `usb-storage`-Modul auch das SCSI-Grundmodul `scsi_mod` sowie das Zusatzmodul für SCSI-Festplatten, SCSI-CD-ROM-Laufwerke etc. geladen werden.) Die Geräte werden dann über die SCSI-Devices angesprochen (USB-Geräte, die sich wie Festplatten verhalten, also z. B. als `/dev/sda`). Bei exotischen Speichermedien – also etwa Digitalkameras, Memory Sticks etc. – kommt zumeist das unter Windows 9x übliche `vfat`-Dateisystem zum Einsatz.

Weitere Informationen zum Thema SCSI finden Sie an unterschiedlichen Stellen im Buch:

SCSI-Module: Seite 382

SCSI-Devices: Seite 382

SCSI-CD-R-Laufwerke: Seite 1003

Webcams: Für Webcams gibt es leider kein einheitliches Modul, viele Webcams werden zurzeit gar nicht unterstützt. Je nach Hardware sollten Sie die Module `ibmcam`, `mod_quickcam` oder `ov511` ausprobieren. Von der Funktion der Webcam können Sie sich mit dem Programm `xawtv` überzeugen. Dieses Programm setzt wiederum voraus, dass XFree86 so konfiguriert ist, dass entweder Video4Linux (XVideo-Extension) oder DGA funktioniert (siehe Seite 499). Weitere Tipps finden Sie hier:

<http://qce-ga.sourceforge.net/en-index.html>

<http://bytesex.org/xawtv/index.html>

<http://home.texoma.net/~abark/webcam>

Einige weitere USB-Geräte werden an anderen Stellen in diesem Buch beschrieben:

Drucker: Seite 409

Scanner: Seite 443

CD-R-Laufwerke: Seite 1012

11.4 Firewire (IEEE 1394)

Der Standard IEEE 1394 beschreibt ein serielles Bussystem. (IEEE, gesprochen *eye-triple-E*, steht übrigens für *Institute of Electrical & Electronics Engineers*.) IEEE 1394 ist bekannter unter dem in diesem Buch bevorzugt verwendeten Namen Firewire (Apple) bzw. unter i.Link (Sony).

IEEE 1394 erfüllt ähnliche Aufgaben wie USB, ist aber deutlich schneller als das zurzeit gängige USB 1.*n* (aber etwas langsamer als das zukünftige USB 2.*n*). Fast alle marktüblichen Geräte unterstützen zurzeit IEEE 1394a. Wenn in diesem Abschnitt von IEEE 1394 die Rede ist, ist genau genommen immer 1394a gemeint. Daneben gibt es bereits eine neue Version des Bussystems (IEEE 1394b), die in erster Linie mehr Geschwindigkeit verspricht.

Die zurzeit populärste Anwendung von IEEE 1394 besteht darin, digitale Video-Kameras mit PCs zu verbinden. Damit ist die Übertragung von Videodaten in digitaler Form möglich. Daneben gibt es aber eine Menge anderer IEEE-1394-Geräte, z. B. schnelle CD-R-Laufwerke (USB-CD-R-Laufwerke können CDs maximal in vierfacher Geschwindigkeit brennen), professionelle Scanner, Netzwerk-Adapter etc.

Umfassende Informationen zum Thema Linux und IEEE 1394 finden Sie auf der folgenden Website:

<http://linux1394.sourceforge.net>

Firewire-Module

IEEE 1394 wird seit Kernel 2.4 offiziell von Linux unterstützt. Allerdings ist diese Unterstützung noch bei weitem nicht so weit gediehen wie die von USB und befindet sich noch voll in der Entwicklung. Momentan (Kernel 2.4.7) stehen die folgenden Module im Verzeichnis `//lib/modules/n/kernel/drivers/ieee1394` zur Verfügung. (Es kann natürlich sein, dass einzelne Module direkt in den Kernel integriert sind. Bei den zurzeit ausgelieferten Kernen der verschiedenen Distributionen ist das aber nicht der Fall.)

Firewire-Kernel-Module

<code>ieee1394</code>	IEEE-1394-Grundfunktionen
<code>ohci1394</code>	OHCI-Host-Adapter (<i>Open Host Controller Interface</i>)
<code>pcilynx</code>	PCILynx-Host-Adapter
<code>sbp2 [_1394]</code>	Festplatten, CD-R, DVD etc.
<code>raw1394</code>	direkte Kommunikation mit Firewire-Geräten
<code>video1394</code>	digitale Video-Kameras

`ieee1394` und `ohci1394` sind die beiden Firewire-Grundmodule, die für jede Firewire-Anwendung benötigt werden. Das Modul `ohci1394` dient zur Kommunikation mit einem OHCI-kompatiblen Firewire-Host-Adapter. (Die meisten Firewire-Karten bzw. die in Mainboards integrierten Adapter verwenden einen von Texas Instruments entwickelten Chipsatz und sind OHCI-kompatibel. Aber natürlich gibt es Ausnahmen – stellen Sie vor dem Kauf also die OHCI-Kompatibilität sicher!)

Zurzeit ist noch keine Distribution in der Lage, Firewire-Module je nach Bedarf automatisch zu laden. Sie müssen also die erforderlichen Module selbst mit `modprobe` laden.

Da die Firewire-Unterstützung unter Linux noch in der Entwicklung ist, kann es sein, dass Sie die neueste Version der IEEE-1394-Module für Ihre Firewire-Geräte selbst kompilieren müssen. Eine kurze Anleitung finden Sie unter der genannten Webadresse. Beachten Sie, dass das Kompilieren nur gelingt, wenn Sie auch eine aktuelle Version des gesamten Kernel-Codes installiert haben.

<http://linux1394.sourceforge.net/faq.html>

Verwendung von Firewire-Geräten

Bevor Sie Firewire-Geräte verwenden können, müssen die erforderlichen Module geladen werden. Fast alle Firewire-Programme setzen zumindest die folgenden zwei Module voraus:

```
root# modprobe ieee1394
root# modprobe ohci1394
```

Informationen über die angeschlossenen Firewire-Geräte sollten Sie anschließend der Datei `/proc/ohci1394` entnehmen können. Dieselben Informationen können auch deutlich übersichtlicher mit dem Programm `gscanbus` visualisiert werden:

<http://www.ivistar.de/0500opensource.php3>

Falls die Datei `/proc/ohci1394` nicht zur Verfügung steht (wie dies bei meinen Tests mit Red Hat 7.2 und Mandrake 8.1 der Fall war), führen Sie `dmesg` aus, um sich die Kernel-Meldungen anzusehen. Auch dort sollten Sie Statusinformationen über den Ladezustand der Firewire-Module finden. Die folgenden Zeilen zeigen die Informationen über ein angeschlossenes CD-RW-Laufwerk.

```
root# dmesg
...
ohci1394: v0.51 08/08/01 Ben Collins <bcollins@debian.org>
PCI: Found IRQ 9 for device 00:0c.0
PCI: Sharing IRQ 9 with 00:08.0
ohci1394_0: OHCI-1394 1.0 (PCI): IRQ=[9]
    MMIO=[db006000-db006800] Max Packet=[2048]
ieee1394: Local host added: node 0:1023, GUID 00506256000137a0
ieee1394: Device added: node 1:1023, GUID 00a0b80300001e43
raw1394: /dev/raw1394 device initialized
ieee1394: sbp2: Driver forced to serialize I/O (serialize_io = 1)
scsil : IEEE-1394 SBP-2 protocol driver
ieee1394: sbp2: SBP-2 device max speed S400 and payload 2KB
    Vendor: TEAC          Model: CD-W58E          Rev: 1.0A
    Type:   CD-ROM              ANSI SCSI revision: 02
Attached scsi CD-ROM sr1 at scsil, channel 0, id 0, lun 0
sr1: scsi3-mmc drive: 32x/32x writer cd/rw xa/form2 cdda tray
...
```

Festplatten, ZIP- und CD-R-Laufwerke und andere Speichermedien: Fast alle derartigen Geräte entsprechen dem *Serial Bus Protocol 2*. Damit wird das SCSI-Protokoll unter Firewire nachgebildet. Das Modul `sbp2` bzw. `sbp2_1394` (je nach Kernel-Version) bindet Firewire-Speichermedien in das Linux-SCSI-System ein. Damit können die Geräte mit den SCSI-Device-Namen angesprochen (siehe Seite 382) und wie SCSI-Geräte verwendet werden. Voraussetzung ist natürlich, dass neben den Firewire- auch die entsprechenden SCSI-Module zur Verfügung stehen. Gegebenenfalls müssen auch diese manuell mit `modprobe` geladen werden. (Eine Aufstellung aller SCSI-Module finden Sie auf Seite 382.)

Um eine Daten-CD in einem Firewire-CD-R-Laufwerk unter Red Hat 7.2 anzusprechen, reichten die folgenden Kommandos aus:

```
root# modprobe ohci1394
root# modprobe sbp2
root# mount -r -t iso9660 /dev/scd1 /test
```

Wahrscheinlich haben Sie als Device-Namen `/dev/scd0` erwartet. Normalerweise wäre das auch der Fall, auf meinem System war `/dev/scd0` aber bereits für ein IDE-CD-R-Laufwerk in Verwendung, das aufgrund des Kernel-Bootparameters `hdc=ide-scsi` als SCSI-Laufwerk angesprochen wurde (siehe Seite 1010). Beide CD-R-Laufwerke erscheinen nun in `/proc/scsi/scsi`.

Vollkommen problemlos ist die Firewire-Unterstützung bei den zurzeit gängigen Linux-Distributionen aber nicht: Bei Red Hat funktionierte zwar die Inbetriebnahme des CD-R-Laufwerks, allerdings nicht immer. Manchmal blieb `modprobe` beim Versuch, das `sbp2`-Modul zu initialisieren, einfach hängen. Linux lief zwar fehlerfrei weiter, aber vor dem nächsten `sbp2`-Versuch musste ein Neustart durchgeführt werden. Gescheitert ist auch der Versuch, eine CD nicht nur zu lesen, sondern auch zu brennen.

Unter Mandrake 8.1 (Beta 3) und unter SuSE 7.2 gelang es gar nicht, das Gerät in Betrieb zu nehmen: Bei Mandrake war vermutlich das neue `devfs`-System für die Probleme verantwortlich (`mount`-Fehlermeldung), und bei SuSE fehlte das `sbp2`-Modul noch. Dafür war SuSE die einzige Distribution, bei der `/proc/ohci1394` vorhanden war.

Video-Kameras: Zur Übertragung von Video-Daten zwischen einem Linux-Rechner und einer Firewire-kompatiblen Kamera gibt es mehrere Programmpakete:

- `dvgrab` speichert Audio- und Video-Daten in AVI-Dateien.
- `Coriander` ermöglicht die vollständige Steuerung der Video-Kamera und zeichnet sich durch eine komfortable Benutzeroberfläche aus. Mit dem Programm können Sie unter anderem Filme abspielen sowie Video-Daten zwischen der Kamera und dem Rechner übertragen.

Beide Programme verwenden das Modul `raw1394` und greifen auf die `libraw1394`-Bibliothek zurück. Das `raw1394`-Modul ermöglicht die direkte Kommunikation mit Firewire-Geräten.

`Coriander` benötigt außerdem das `video1394`-Modul und die dazu gehörende Bibliothek `libdc1394`. Diese beiden Komponenten stellen Funktionen zur Steuerung von Video-Kameras zur Verfügung. Die Kameras müssen der *Digital Camera Specification 1.2* entsprechen (kurz DC v1.20).

Wenn Sie Video-Daten anschließend auch bearbeiten möchten (Filmschnitt), bieten sich dazu die Programme `Kino` und `Broadcast 2000` an.

Weitere Informationen zu den Programmen und den erforderlichen Bibliotheken finden Sie unter:

<http://www.schirmacher.de/arne/dvgrab/>
<http://sourceforge.net/projects/coriander>
<http://sourceforge.net/projects/libraw1394>
<http://sourceforge.net/projects/libdc1394>

11.5 Notebooks/Laptops

Dieser Abschnitt beschreibt ganz kurz einige Besonderheiten der Linux-Konfiguration für Notebooks. Insbesondere wird erklärt, wie die Verwaltung von PCMCIA-Karten funktioniert und welche Möglichkeiten es gibt, Linux möglichst batteriesparend zu betreiben.

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass Sie Linux bereits erfolgreich auf Ihrem Notebook installiert haben. Einige Tipps dazu finden Sie auf Seite 93. Hinweise zum Thema WinModems finden Sie auf Seite 633. Im SuSE-Referenzhandbuch finden Sie schließlich ein sehr informatives Kapitel zum Thema Notebooks und Linux (lesenswert auch für Besitzer anderer Distributionen). Die zwei wichtigsten Webseiten zum Thema Linux und Notebooks befinden sich hier:

<http://www.linux-laptop.net>
<http://www.linux-notebook.org>

PCMCIA

Die fast unaussprechliche Abkürzung PCMCIA steht für *Personal Computer Memory Card International Association*. PCMCIA-Karten sind kreditkartengroße Erweiterungskarten für Notebooks, wobei die Erweiterungen natürlich nicht auf Speicherkarten beschränkt sind, sondern eine weite Palette umfassen. Für die meisten Linux-Anwender sind Ethernet-, Modem- und ISDN-Karten wohl die wichtigsten.

Die größte Herausforderung für die PCMCIA-Programmierung besteht darin, dass PCMCIA-Karten (im Gegensatz zu den meisten anderen Hardware-Komponenten) im laufenden Betrieb hinzugefügt und entfernt werden können. Wenn Sie eine Ethernet-Karte einstecken, sollte Linux das nicht nur erkennen und die erforderlichen Treiber (Kernel-Module) aktivieren; es sollte anschließend auch die Netzwerkkommandos ausführen, um das Notebook an das lokale Netz anzuschließen.

Es gibt zwei Typen von PCMCIA-Karten, so genannte PC-Karten und CardBus-Karten. Der Unterschied besteht darin, dass die Datenübertragung zwischen Notebook und Karte im einen Fall über einen 16-Bit-Bus, im anderen Fall über einen 32-Bit-Bus erfolgt. CardBus-Karten haben daher einen potenziellen Geschwindigkeitsvorteil. Linux

unterstützt prinzipiell beide Kartentypen. Wenn Sie mit einem alten Kernel arbeiten (2.0), stellen CardBus-Karten allerdings oft eine Problemquelle dar.

Seit Kernel 2.4 sind die PCMCIA-Treiber Teil des Kernels. Alternativ gibt es aber auch ein außerhalb des Kernels gewartetes PCMCIA-Paket mit Kernel-Modulen. Bei den meisten Distributionen werden die Kernel-PCMCIA-Treiber mitgeliefert. Informationen über die zurzeit aktiven PCMCIA-Karten geben die Dateien im Verzeichnis `/proc/pccard`.

VERWEIS

Die Konfiguration von PCMCIA-Ethernet-Karten wird im Rahmen der allgemeinen Netzwerkkonfiguration in Kapitel `lanclient` beschrieben. Weitere Informationen zum Thema PCMCIA finden Sie im PCMCIA-HOWTO, in der mit dem PCMCIA-Paket mitgelieferten Dokumentation (`rpm -qd pcmcia`) sowie im Internet:

<http://pcmcia-cs.sourceforge.net>
<http://www.mobilix.org/pcmcia-linux.html>

cardmgr

Wie bereits erwähnt, wird PCMCIA von Linux in Form von Modulen unterstützt (siehe Verzeichnis `/lib/modules/n/pcmcia`). Eine zentrale Rolle bei der Verwaltung dieser Module spielt das Programm `cardmgr`. Es ist dafür zuständig, dass das Einstecken und Entfernen von PCMCIA-Karten bemerkt und entsprechend darauf reagiert wird. Dieses Programm wird zusammen mit dem PCMCIA-Core-Modul während des Init-Prozesses geladen.

Mandrake, Red Hat:

Init-V-Datei: `/etc/rc.d/init.d/pcmcia`

Konfiguration: `/etc/pcmcia/*`

Distributionsspezifische Konfiguration: `/etc/sysconfig/pcmcia`

TIPP

Bei Red Hat befinden sich das Programm `cardmgr` und die dazugehörigen Dateien übrigens im missverständlich benannten Paket `kernel-pcmcia-cs`. Dieses Paket enthält weder den Kernel noch Module!

SuSE:

Init-V-Datei: `/etc/init.d/pcmcia`

Konfiguration: `/etc/pcmcia/*`

Distributionsspezifische Konfiguration: `/etc/rc.config`

`cardmgr` greift auf diverse Dateien in `/etc/pcmcia` zurück. Die wichtigste Datei heißt `config`. Dabei handelt es sich um eine schier endlose Liste, die den Identifikationsketten diverser PCMCIA-Karten die korrekten PCMCIA-Module zuordnet. Anhand dieser Datei weiß `cardmgr` also, welche Treiber zur Ansteuerung der Karte erforderlich sind.

Wenn Sie eine PCMCIA-Karte besitzen, die von Linux nicht erkannt wird, kann eine Veränderung von `/etc/pcmcia/config` eventuell weiterhelfen – und zwar dann,

wenn die Karte zu einer anderen von Linux unterstützten Karte kompatibel ist. `cardctl ident` zeigt die Identifikationsinformationen der Karte an. Anhand dieser Daten können Sie nun in `config` einen neuen Eintrag einfügen, bei dem Sie mit `bind` das Modul angeben, das `cardmgr` verwenden soll. (Vorsicht: Wenn Sie ein ungeeignetes Modul angeben, kann Linux abstürzen!)

Die Datei `/etc/pcmcia/network` wird automatisch ausgeführt, wenn eine Netzwerkkarte eingesteckt bzw. entfernt wird. Die Datei ist also dafür zuständig, die Netzwerkfunktionen zu aktivieren bzw. zu stoppen. Die Funktion und Konfiguration dieses Scripts ist allerdings distributionsabhängig (siehe auch Kapitel 14).

Hilfsprogramme

`cardctl` hilft bei der Verwaltung der PCMCIA-Einschübe. `cardctl ident` zeigt beispielsweise die Identifikationsinformationen der eingesteckten Karten an. Sie können mit dem Kommando auch die Stromversorgung von PCMCIA-Karten unterbrechen etc.

Wenn über PCMCIA-Karten Festplatten oder andere Datenträger angesprochen werden, müssen die Dateisysteme vor einem Kartenwechsel mit `umount` aus dem Verzeichnisbaum entfernt werden. Außerdem muss explizit das Kommando `cardctl eject` ausgeführt werden.

TIPP

`cardinfo` bietet ähnliche Funktionen und eine attraktivere X-Oberfläche. Unter Gnome steht je nach Distribution auch `glaptop` zur Verfügung, das zur Steuerung diverser Notebook-Eigenschaften dient (inklusive PCMCIA).

Batterie und Stromsparfunktionen (APM)

APM steht für *Advanced Power Management*. Bei den meisten Notebooks, aber auch bei vielen modernen PCs stellt das BIOS APM-Funktionen zur Verfügung. Damit lässt sich der aktuelle Zustand der Batterie feststellen, der Rechner in einen Standby-Zustand versetzen bzw. vollständig ausschalten etc.

Damit Linux APM nutzen kann, müssen die APM-Funktionen in den Kernel integriert sein. (Die Linux-APM-Funktionen können nicht als Modul kompiliert werden.) Ob Ihr Kernel die APM-Funktionen enthält, können Sie am einfachsten mit `cat /proc/apm` feststellen. Wenn diese Datei nicht existiert, wurde der Kernel ohne APM kompiliert. Abhilfe schafft die Installation eines anderen vorkompilierten Kernels oder das Neukompilieren. (APM wird durch eine Option bei den Grundeinstellungen aktiviert.)

VERWEIS

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Battery-Powered-Mini-HOWTO, in der Dokumentation zum Paket `apmd` und im Laptop-HOWTO.

TIP

Ein besonderes Phänomen tritt bei meinem Notebook auf, wenn ich den Rechner aus dem Standby-Modus heraus wieder aktiviere: Die grafische Benutzeroberfläche erscheint zwar, kann aber nicht verwendet werden. Der Grund: Das Notebook erwartet die Eingabe des Hardware-Passworts (ohne dass dies aber irgendwie ersichtlich wird!). Abhilfe schafft die Eingabe des Passworts – danach funktioniert das System wieder.

HINWEIS

Neben APM gibt es auch das neuere *Advanced Configuration and Power Interface* (kurz ACPI). Momentan unterstützen alte PCs bzw. Notebooks nur APM, modernere Modelle sowohl APM als auch ACPI. In Zukunft wird es wohl auch Rechner geben, die nur noch ACPI kennen.

Unter Linux ist die APM-Unterstützung ziemlich ausgereift. Mit ACPI sieht es leider noch nicht so gut aus – zumindest für Kernel 2.4. Weitere Informationen zu ACPI und Linux finden Sie unter:

<http://phobos.fs.tum.de/acpi/>

Hilfsprogramme

`apm` zeigt den aktuellen Zustand der Stromversorgung an (online/offline, Batterie-Inhalt). Das Programm wertet dazu `/proc/apm` aus. Die X-Programme `xapm` und `xos-view` und das KDE-Tool `kbatmon` zeigen ebenfalls den Batteriezustand an.

`apm -S` versetzt den Computer in den Standby-Modus. (Bei den meisten Notebooks wird dabei nur das Display abgeschaltet. Eventuell wird auch die Prozessorfrequenz reduziert und die Festplatte ausgeschaltet. Ein Tastendruck weckt den Computer wieder auf.)

`apm -s` aktiviert den Suspend-Modus. (Bei den meisten Notebooks wird der Rechner dadurch fast vollständig abgeschaltet und benötigt nur noch sehr wenig Energie. Einzig der Inhalt des RAMs bleibt erhalten, sodass die Arbeit sofort wieder fortgesetzt werden kann. Das Notebook kann nur durch eine bestimmte, herstellerabhängige Tastenkombination wieder zum Leben erweckt werden.)

`apmsleep` versetzt das Notebook wie `apm -s/S` in den Standby- oder in den Suspend-Modus. Der Unterschied besteht darin, dass der Rechner nach einer vorgegebenen Zeit automatisch wieder aktiviert wird.

apmd

Der APM-Dämon ist ein Hintergrundprogramm, das je nach Batteriezustand automatisch verschiedene Operationen ausführen kann (Warnungen anzeigen, Rechner herunterfahren etc.). `apmd` wird dazu während des Init-Prozesses gestartet. (Bei SuSE muss dazu `START_APM` in `/etc/rc.config` auf `yes` gestellt werden.)

Zur Konfiguration von `apmd` verwenden Sie bei Red Hat `/etc/sysconfig/apmd`, bei SuSE `/etc/rc.config.d/apmd.rc.config`. Weitere Konfigurationsmöglichkeiten bietet das Script `/usr/sbin/apmd_proxy`.

TIPP

Wenn Sie unter KDE arbeiten, können Sie in den Power-Control-Dialogen des Kontrollzentrums diverse Einstellungen vornehmen (automatische Warnung, wenn die Batterie leer wird etc.).

HINWEIS

Je nach Konfiguration kann es sein, dass `top` (oder andere Werkzeuge zur Prozessverwaltung) anzeigen, dass das Programm `kapm-idled` ständig zwischen 50 und 90 Prozent CPU-Aktivität verbraucht. Es scheint also, als würde die CPU die ganze Zeit stark beansprucht. Dieser Eindruck ist aber irreführend. Die Aufgabe des Prozesses ist es gerade, die CPU möglichst wenig zu belasten (und so Energie zu sparen), wenn gerade keine anderen Prozesse laufen.

Energie sparender Betrieb von Linux

Am meisten Energie verbrauchen die drei folgenden Komponenten: CPU, Display, Laufwerke (Festplatte, CD-ROM- und Diskettenlaufwerk). Energie verbrauchen aber natürlich auch alle anderen Komponenten. Entfernen Sie also PCMCIA-Karten, die Sie gerade nicht benötigen, etc.

CPU: Im Regelfall haben Sie auf die CPU wenig Einfluss; es gibt aber Ausnahmen: Beispielsweise benötigen Desktop-Systeme wie KDE oder Gnome deutlich mehr Ressourcen als einfache Fenster-Manager. Wenn Sie dennoch KDE oder Gnome verwenden möchten, deaktivieren Sie zumindest Funktionen wie das Verschieben des gesamten Fensterinhalts oder das ständige Neuzeichnen des Fensterinhalts während der Veränderung der Fenstergröße. Deinstallieren Sie sämtliche Netzwerk-Server-Dienste und Dämonen, die Sie nicht benötigen (oder verhindern Sie zumindest deren Start, indem Sie die entsprechenden Init-Links in den `rc?.d`-Verzeichnissen entfernen). Verwenden Sie einen einfachen Bildschirmschoner (nicht einen, der komplizierte 3D-Berechnungen durchführt).

Display: Aktivieren Sie den Suspend-Modus, wenn Sie längere Zeit nicht arbeiten. Es ist prinzipiell möglich, `apm -s` wie einen Bildschirmschoner zu verwenden. Dadurch wird der Bildschirm nach einer gewissen Zeit automatisch abgeschaltet (siehe Battery-Powered-Mini-HOWTO). Diese Maßnahme ist allerdings ein zweischneidiges Schwert, weil die Display-Hintergrundbeleuchtung nur eine begrenzte Anzahl von Ein-/Aus-Zyklen überlebt. Wählen Sie also keine zu kleine Zeitspanne für das automatische Abschalten.

Festplatte: Hier gibt es das größte Potenzial für Sparmaßnahmen. Wenn Sie längere Zeit einen Text bearbeiten (ohne ihn zu speichern), benötigen Sie dazu die Festplatte eigentlich nicht. Dennoch wird die Festplatte normalerweise kaum zur Ruhe kommen.

Zum einen protokolliert `syslogd` alle möglichen Ereignisse (und bei jeder neuen Protokollzeile wird die Festplatte wieder gestartet). Zum anderen erstellen Editoren wie der

Emacs nach einigen Zeichen automatisch eine Sicherheitskopie Ihrer Arbeit (was an sich ja eine segensreiche Einrichtung ist). Schließlich startet der cron-Dämon immer wieder irgendwelche Script-Programme, um temporäre Dateien zu löschen, die updatedb-Datenbank zu aktualisieren etc.

Abhilfe schafft eine Kombination mehrerer Schritte, die sich wegen Ihrer Komplexität allerdings nur für fortgeschrittene Linux-Anwender empfehlen. (Die Steuerung dieser Funktionen durch einen komfortablen Dialog wird wohl bis auf weiteres ein Wunschtraum bleiben.)

- Bei Notebooks gilt: Weniger ist mehr! Deinstallieren Sie alle Dämonen und Server, die Sie nicht brauchen. Selbst bei so elementaren Diensten wie `crond` oder `syslogd` ist die Frage erlaubt, ob sie für ein Notebook wirklich erforderlich sind. Wenn ja, sollten die Dämonen zumindest so konfiguriert werden, dass sie so selten wie möglich aktiv werden (`crond` z. B. nur alle ein bis zwei Stunden).
- Starten Sie gewisse Aktionen nur, wenn der Rechner gerade am Stromnetz hängt. Ob das der Fall ist, lässt sich mit `apm` leicht testen. Dazu müssen Sie lediglich die vierte Zeichenkette aus der `apm`-Ausgabe extrahieren.

`cat /proc/apm | cut -d" " -f4` liefert `0x00`, wenn das Notebook von der Batterie versorgt wird, dagegen `0x01`, wenn es eine Verbindung zum Stromnetz gibt. Mit den folgenden Zeilen können Sie ein Script vorzeitig abbrechen, wenn das Notebook seinen Strom gerade von einer Batterie bezieht:

```
test -f /proc/apm && \
    test $(cat /proc/apm | cut -d" " -f4) = "0x00" && exit
```

- Mit `hdparm -S n` können Sie die Festplatte nach einer gewissen Zeit automatisch in den Ruhezustand zu versetzen. (n -Werte zwischen 1 und 240 geben ein Vielfaches von fünf Sekunden an.) Idealerweise sollte `hdparm` je nach Stromversorgung (Batterie/Netz) eingestellt werden. Der ideale Ort für solche Maßnahmen ist (die ausgezeichnet kommentierte) Datei `/usr/sbin/apmd_proxy`. (Das setzt natürlich voraus, dass `apmd` läuft!)
- Um zu verhindern, dass der Emacs allzu oft eine Sicherheitskopie Ihrer Dateien erstellt, können Sie die beiden folgenden Zeilen in `.emacs` einfügen. Damit werden Texte erst nach 2500 geänderten Zeichen bzw. Anschlägen gespeichert.

```
(setq auto-save-interval 2500)
(setq auto-save-timeout nil)
```

- Um zu verhindern, dass die Festplatte wegen jedem einzelnen Byte, das vielleicht gespeichert werden soll, wieder anläuft, können Sie die Einstellungen des Update-Dämons verändern. Bei diesem Dämon handelt es sich nicht um ein eigenständiges Programm, sondern um eine in den Kernel integrierte Funktion, die dafür zuständig ist, dass gewünschte Speicheroperationen tatsächlich durchgeführt werden. Die aktuellen Einstellungen können Sie mit `cat /proc/sys/vm/bdflush` ermitteln und mit `echo "n m o ..." > /proc/sys/vm/bdflush` verändern. Informationen

zur Bedeutung der neun Zahlenwerte in dieser Datei finden Sie in `/usr/src/linux/Documentation/proc.txt`.

Der Nachteil dieser Maßnahme sollte Ihnen natürlich auch klar sein. Falls Linux wirklich einmal abstürzt, verlieren Sie wahrscheinlich Daten – und zwar selbst dann, wenn Sie die Datei explizit gespeichert haben! Die Änderungen befanden sich nämlich nur im Schreib-Cache, wurden aber noch nicht auf der Festplatte durchgeführt. Das Kommando `sync` erzwingt übrigens ein sofortiges Speichern aller noch ausstehenden Änderungen.

Generell ist eine Veränderung der Parameter des Update-Dämons eine sehr heikle Angelegenheit. Es ist vernünftiger, hier nicht herumzuspielen und das Problem an der Wurzel zu packen (also zu verhindern, dass Programme wie `syslogd` überhaupt Daten speichern, wie dies in den ersten Punkten dieser Aufzählung beschrieben wurde).

Kapitel 12

XFree86

Das X Window System (kurz X) stellt eine Sammlung von Funktionen und Protokollen dar, mit deren Hilfe grafische Informationen auf dem Bildschirm ausgegeben und Maus und Tastatur verwaltet werden. Diese Funktionen stehen auch für den Netzbetrieb zur Verfügung.

XFree86 ist eine freie Implementierung dieses X Window Systems. XFree86 stand ursprünglich nur für Betriebssysteme mit Intel-Prozessoren zur Verfügung (386, 486 etc., daher die Zahl 86 im Namen), mittlerweile läuft es aber auf sehr vielen Prozessoren und ist für zahlreiche Unix-Derivate verfügbar.

Dieses Kapitel beschreibt verschiedene Aspekte der Konfiguration des XFree86-Servers. Weitere Themenschwerpunkte sind die Verwendung von Tastatur und Maus unter X, der Umgang mit X-Ressourcen, die Verwaltung von Fonts, Interna zum X-Startprozess und schließlich der Umgang mit diversen X-Utilities (etwa `xterm`).

HINWEIS

X ist die Basis für eine grafische Benutzeroberfläche für Linux. Der Begriff 'Benutzeroberfläche' ist unter Unix/Linux aber mit Vorsicht zu genießen: Im Gegensatz zur Microsoft-Windows- oder Apple-Welt werden das Aussehen und die Bedienung von X-Programmen durch mehrere Faktoren beeinflusst, unter anderem von der durch das Programm benutzten Bibliothek, vom gerade aktiven Window Manager etc.

X selbst stellt noch keine Benutzeroberfläche zur Verfügung. Dazu ist ein Window Manager oder ein kompletter Desktop erforderlich (KDE oder Gnome, siehe nächstes Kapitel).

12.1 Grundlagen

Dieser Abschnitt erläutert einige Grundlagen und Begriffe, mit denen Sie während der Konfiguration von X konfrontiert werden.

X-Glossar

X Window System: Das X Window System (kurz X) bezeichnet eigentlich nur die Basisfunktionen zum Zeichnen von Punkten, Rechtecken etc. X beinhaltet auch ein Netzwerkprotokoll, das es ermöglicht, ein X-Programm auf Rechner A auszuführen und die Ergebnisse (via Netzwerk) auf Rechner B darzustellen. XFree86 4.0 basiert auf X11R6.3. Das X Window System wurde ursprünglich vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) entwickelt.

X-Server: Der X-Server stellt die Schnittstelle zwischen dem X Window System und der Hardware (Grafikkarte, Maus) her. Seit XFree86 4.0 ist der Server modularisiert. Das bedeutet, dass der eigentliche Server durch ein Modul mit den spezifischen Funktionen für die jeweilige Grafikkarte ergänzt wird. (Bei früheren XFree86-Versionen gab es für jeden Grafikkartentyp einen eigenen Server.)

Virtueller Bildschirm: Der X-Server ist in der Lage, einen virtuellen Bildschirm zu verwalten, der größer ist als der tatsächlich am Monitor sichtbare Bildausschnitt. (Beispielsweise kann der virtuelle Bildschirm 1280*1024 Punkte umfassen, während am Monitor nur 1024*768 Punkte dargestellt werden. Die Veränderung des gerade sichtbaren Ausschnitts erfolgt verzögerungsfrei, sobald Sie die Maus an den Rand des Bildschirms bewegen.)

Da das Arbeiten mit einem virtuellen Bildschirm sehr gewöhnungsbedürftig ist, wird bei der X-Konfiguration meistens darauf verzichtet. Ein virtueller Bildschirm kann aber dann hilfreich sein, wenn Sie (etwa auf einem alten Notebook) nur eine sehr geringe Bildschirmauflösung haben.

Virtueller Desktop: Ein virtueller Desktop ist eine vergrößerte Benutzeroberfläche, die quasi aus mehreren neben- und übereinander angeordneten Bildschirmen besteht. Da Sie aber tatsächlich nur einen Monitor haben, können Sie immer nur einen dieser virtuellen Bildschirme sehen. Virtuelle Desktops werden vom Window Manager oder vom Desktop-System (KDE, Gnome) verwaltet (nicht von X).

X auf mehreren Monitoren gleichzeitig: Seit XFree86 4.0 ist es prinzipiell möglich, mehrere Grafikkarten und Monitore gleichzeitig zu verwenden. Diese Konfiguration ist aber eher unüblich, funktioniert nicht mit allen Grafikkarten und erfordert eine manuelle Konfiguration, die ich aber mangels geeigneter Hardware nicht testen konnte. Weitere Informationen finden Sie in der XFree86-Dokumentation (suchen Sie nach 'Multi-Head' und 'Xinerama').

X-Ressourcen: Die meisten Konfigurationsdetails (etwa die Größe des Zeichensatzes, Farben etc.) der unter X laufenden Programme werden durch eine X-Ressourcendatei gesteuert. Diese Datei ist also die zentrale Anlaufstelle zur Konfiguration der X-Programme (aber nicht des X-Basisystems). Details dazu finden Sie ab Seite 523.

Window Manager: Der Window Manager ist ein X-Programm, das für die Verwaltung der Fenster zuständig ist. Sie können mit dem Window Manager andere Programme starten (zumindest ein `xterm`-Shell-Fenster), zwischen Fenstern wechseln, Fenster verschieben und schließen etc. – also eigentlich recht triviale Aufgaben. Dennoch ist es wichtig, sich vor Augen zu halten, dass diese Aufgaben vom Window Manager und nicht von X selbst erledigt werden und dass die Funktionsweise daher nicht einheitlich, sondern vom Window Manager abhängig ist.

Unter X stehen zahlreiche Window Manager zur Auswahl, z. B. `twm` (wird mit X mitgeliefert), `enlightenment`, `fvwm`, `icewm`, `sawfish` etc. (Nicht alle Window Manager werden mit jeder Distribution mitgeliefert.) Informationen darüber, wie ein Window Manager gestartet wird, finden Sie ab Seite 526.

Desktop-Systeme: Desktop-Systeme (KDE, Gnome) gehen über die Funktion eines Window Managers noch weit hinaus. Aufgrund von grafischen Bibliotheken sehen viele Anwendungsprogramme einheitlich aus und sind auch einheitlich zu bedienen. Die Kommunikation zwischen den Programmen ist soweit standardisiert, dass beispielsweise Drag-and-Drop-Kommandos zwischen unterschiedlichen Programmen möglich sind etc. Weitere Informationen zu KDE und Gnome finden Sie in einem eigenen Kapitel ab Seite 541.

Aufgrund der weiten Verbreitung von KDE und Gnome ist es mittlerweile unüblich geworden, X nur mit einem Window Manager (aber ohne ein zusätzliches Desktop-System) zu verwenden. Es gibt aber Fälle, wo dies auch heute noch sinnvoll ist – z. B. wenn Sie auf einem älteren Rechner mit wenig RAM oder einer langsameren CPU arbeiten. KDE und Gnome haben nämlich den Nachteil, dass sie ziemlich verschwenderisch mit den Rechnerressourcen umgehen.

Grafik-Hardware-Glossar

Bildaufbau: Das Bild am Röhrenmonitor kommt zustande, indem ein Elektronenstrahl zeilenweise die ganze Bildschirmoberfläche überstreicht und dabei winzige Punkte zum Leuchten bringt (oder auch nicht, wenn der Punkt schwarz dargestellt werden soll). Um ein flimmerfreies Bild zu ermöglichen, wird dieser Prozess mehrere Male in der Sekunde wiederholt (mindestens 60-mal).

Horizontaler Rücklauf (HSync): Die Abtastung des Bildschirms beginnt in der linken oberen Ecke des Bildschirms. Von dort bewegt sich der Elektronenstrahl nach rechts, überstreicht also die erste Zeile. Anschließend springt der Elektronenstrahl zurück zum Beginn der Zeile und bewegt sich gleichzeitig um eine Zeile nach unten. Während dieses horizontalen Rücklaufs hat der Elektronenstrahl die Intensität 0, sodass der Rücklauf

am Bildschirm nicht sichtbar ist. Der horizontale Rücklauf wird durch den HSync-Impuls ausgelöst, der von der Grafikkarte an den Monitor übertragen wird.

Vertikaler Rücklauf (VSync): Nachdem auf diese Weise alle Zeilen überstrichen wurden und sich der Elektronenstrahl jetzt also in der rechten unteren Ecke des Bildschirms befindet, wird durch den VSync-Impuls der vertikale Rücklauf ausgelöst. Während dieses Rücklaufs bewegt sich der Elektronenstrahl in die linke obere Ecke des Bildschirms zurück. Natürlich ist der Elektronenstrahl auch während dieser Zeit abgeschaltet – sonst gäbe es eine Leuchtspur quer über den ganzen Bildschirm.

Frequenzen: Die Kenndaten des Bildaufbaus werden durch drei Frequenzen charakterisiert (siehe unten). Als Einheit für Frequenzen gilt Hz (Hertz, also Schwingungen pro Sekunde). kHz und MHz geben analog 1000 bzw. 1.000.000 Schwingungen pro Sekunde an.

Vertikale Bildfrequenz (vertical refresh): Die vertikale Bildfrequenz gibt an, wie oft (pro Sekunde) die ganze Bildschirmfläche neu gezeichnet wird. Je größer diese Zahl ist, desto stabiler wirkt das Bild. Etwa ab 70 Bildern pro Sekunde (70 Hz) wirkt das Bild flimmerfrei.

Horizontale Zeilenfrequenz (HSync): Diese Frequenz gibt an, wie viele Zeilen pro Sekunde vom Elektronenstrahl überstrichen werden. Bei einer Bildauflösung von 640*480 Punkten (also 480 Zeilen) und bei einer Bildfrequenz von 60 Hz beträgt die horizontale Zeilenfrequenz 31,5 kHz. (Falls Sie mitrechnen: 60 mal 480 ergibt tatsächlich nur 28,8 kHz. Die etwas höhere Frequenz ist notwendig, weil auch etwas Zeit für den vertikalen Rücklauf berücksichtigt werden muss.)

VORSICHT

Wenn Sie mit einem Röhrenmonitor arbeiten, dürfen Sie auf keinen Fall die maximale Zeilenfrequenz überschreiten. Dann kann der Elektronenstrahl des Monitors den Daten nicht mehr folgen, einzelne Bildschirmbereiche oder auch der ganze Bildschirm werden zu lange und zu intensiv bestrahlt, dadurch überhitzt und in relativ kurzer Zeit zerstört. Moderne Monitore sollte das erkennen und den Elektronenstrahl automatisch abschalten, bei älteren Monitoren ist die Gefahr der Zerstörung aber sehr real.

Pixelfrequenz (Video-Bandbreite): Diese Frequenz gibt die Anzahl der Bildpunkte (Pixel) an, die während einer Sekunde von der Grafikkarte an den Monitor übertragen werden. Bei 640*480 Punkten und 60 Hz ergibt sich ein Wert von 18,4 MHz. Wegen des durch den vertikalen und horizontalen Rücklauf bedingten Overheads beträgt die Pixelfrequenz aber tatsächlich 25 MHz.

Röhrenmonitor versus LCD (Liquid Crystal Display): Die meisten Röhrenmonitore sind in der Lage, sich auf unterschiedliche Auflösungen und Bildfrequenzen automatisch einzustellen. Ganz anders sieht es bei LC-Bildschirmen aus: Dort sind sowohl die Auflösung als auch die Frequenzen fest vorgegeben. Bei der Konfiguration des X-Servers müssen diese Frequenzen exakt eingehalten werden. LCDs liefern bereits bei einer relativ niedrigen Bildfrequenz ein flimmerfreies Bild.

XFree 86 Version 3.n versus 4.n

Zurzeit liefern viele Distributionen zwei XFree86-Versionen mit, nämlich 3.n und 4.n. Die neuere Version 4.n enthält eine Menge neuer Versionen:

- Modularisierter X-Server
- Unterstützung für TrueType-Fonts
- Anti-Aliasing (Kantenglättung) für Fonts
- Unterstützung für zahlreiche neue Grafikkarten
- Multi-Head-Betrieb (mehrere Grafikkarten und Monitore gleichzeitig)
- Höhere Geschwindigkeit (bei den meisten Grafikkarten)
- Neue 3D-Funktionen (GLX mit DRI)
- Unicode-kompatibel (es werden einige Unicode-Zeichensätze mitgeliefert, `xterm` ist Unicode-kompatibel)
- DCC (*Display Data Channel*): ermöglicht das Auslesen der Monitordaten
- XV (*XVideo Extension*): ermöglicht DVD-Playern den direkten Zugriff auf den Bildspeicher (zur schnelleren Anzeige von Bildern)
- DGA2 (*Direct Graphics Access*): ermöglicht Programmen wie VMware den direkten Zugriff auf die Grafikkarte (ohne den Umweg über den X-Server).

Allerdings hat auch XFree86 3.n seine Daseinsberechtigung noch nicht verloren. Einige ältere Grafikkarten werden nur von der alten XFree86-Version unterstützt. Einige weitere Grafikkarten können zwar mit beiden Versionen betrieben werden, Version 3.n ist aber schneller. Insbesondere sollten manchen Karten mit den Grafikchips S3, Mach8, Mach32 oder 8514 mit XFree86 3.n betrieben werden.

VERWEIS

Dieses Kapitel behandelt nur XFree86 4.n. Konfigurationsdetails zur 3-n-Version finden Sie im PDF-Format auf meiner Homepage. (Es handelt sich dabei um einen Text aus der vorigen Auflage dieses Buchs.)

X-Version feststellen: Wenn Sie feststellen möchten, welche X-Version auf Ihrem Rechner per Default verwendet wird, führen Sie das folgende Kommando aus:

```
user$ X -showconfig
XFree86 Version 4.0.3 / X Window System
(protocol Version 11, revision 0, vendor release 6400)
Release Date: 16 March 2001
Operating System: Linux 2.4.1-20mdksmp i686 [ELF]
Module Loader present
```

Wenn Sie feststellen möchten, welche X-Version zurzeit läuft, hilft `xdpyinfo` weiter:

```
user$ xdpyinfo | grep release
vendor release number:      4003
```

Falls sowohl die Version 3.n als auch 4.n installiert ist, bestimmt die Datei `/usr/X11R6/bin/X`, welche Version tatsächlich verwendet wird. Üblicherweise handelt es sich bei X um einen Link, der auf den tatsächlichen Server zeigt. Bei Version 4.n hat der Server den Namen XFree86.

XFree86-Dokumentation

Zu XFree86 existiert eine Menge Online-Dokumentation. Sehr ausführlich sind die man-Seiten zu XFree86: Unter anderem existieren Seiten zu XFree86 (Überblick), zu Xserver (allgemeine Optionen für den Betrieb von X) und XF86Config (Aufbau der Konfigurationsdatei).

Eine ganze Kollektion von Dokumentationsdateien finden Sie im Verzeichnis `/usr/X11R6/lib/X11/doc/` (bei manchen Distributionen auch im HTML-Format). Interessant sind insbesondere die Dateien `README.Chip` mit spezifischen Informationen zu einzelnen Grafik-Chips.

Weitere Informationen zum XFree86-Projekt und zur gerade aktuellen Version finden Sie im Internet:

<http://www.XFree86.org>

XFree86-Alternativen

Neben dem freien X-Server von XFree86 gibt es auch kommerzielle Server (Metro-X, Accelerated-X). Diese Server hatten früher eine relativ große Bedeutung, weil XFree86 damals viele moderne Grafikkarten noch nicht unterstützte. Der Stellenwert kommerzieller X-Server ist aber mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit von XFree86 immer geringer geworden. Ganz neue Grafikkarten, die von XFree86 noch nicht unterstützt werden, sind oft auch den kommerziellen Servern unbekannt. Dennoch kann ein Blick auf die Webseiten der Hersteller nicht schaden, wenn Sie Probleme mit einer exotischen Grafikkarten haben:

<http://www.metrolink.com>

<http://www.xig.com/>

12.2 X starten und beenden

Üblicherweise ist Linux so konfiguriert, dass X beim Systemstart automatisch ausgeführt wird und sich mit einer Login-Box meldet. Für diesen automatischen X-Start ist der Init-V-Runlevel 5 verantwortlich. Wenn Sie den gerade aktuellen Runlevel ändern möchten, führen Sie (als root) `init 3` oder `init 5` aus.

Die Grundlagen des Init-V-Prozesses sind ab Seite 359 beschrieben. Ob X automatisch gestartet wird oder nicht, bestimmt die Zeile `id:5:initdefault:` in `/etc/inittab`. Der Wert 5 bedeutet, dass Runlevel 5 mit X als Defaulteinstellung gilt. Wenn Sie wollen, dass Linux im Textmodus gestartet wird, muss diese Zeile `id:3:initdefault:` lauten.

Dieser Abschnitt gibt nur einen kurzen Überblick darüber, mit welchen Kommandos X gestartet und wieder beendet wird. Wenn Sie wissen möchten, was dabei im Detail vor sich geht, welche Konfigurationsdateien ausgewertet werden etc., lesen Sie bitte auch den Abschnitt über die Interna des X-Startprozesses ab Seite 526.

X starten

Wenn X nicht läuft, gibt es zwei Möglichkeiten, es zu starten. Gerade während der Konfiguration ist die erste Variante meist sinnvoller.

Manueller Start: Mit dem Kommando `startx` starten Sie X direkt. Es erscheint keine Login-Box. Derjenige Benutzer, der `startx` ausführt, ist auch der Benutzer unter X.

Einige Distributionen (z. B. Mandrake, Red Hat) verlassen sich darauf, dass beim Start von X bereits ein Font-Server läuft. Wenn Sie X manuell starten, ist das nicht der Fall. Deswegen müssen Sie auch den Font-Server manuell starten. (Das darf nur `root`.)

```
root# /etc/init.d/xfs start
user$ startx
```

Start mit einem Display-Manager: Der Display-Manager ist für die grafische Login-Box verantwortlich. Zurzeit kommen dabei je nach Distribution drei unterschiedliche Programme zum Einsatz: `xdm`, die KDE-Variante `kdm` oder die Gnome-Variante `gdm`. Diese Programme werden allerdings nicht direkt gestartet, sondern durch einen Runlevel-Wechsel. Führen Sie als `root` in einer Textkonsole das folgende Kommando aus:

```
root# init 5
```

X beenden

Wie X richtig beendet wird, hängt ein wenig davon ab, wie es gestartet wurde. Generell sollten Sie versuchen, KDE, Gnome oder den aktiven Window Manager über das dafür vorgesehene Menükommando zu beenden. Falls Sie X zuvor manuell gestartet haben, finden Sie sich jetzt in der Textkonsole wieder, d. h. X wurde tatsächlich beendet.

Wurde X dagegen über einen Display-Manager gestartet, erscheint nun wiederum die grafische Login-Box. X läuft aber weiter! Wie Sie X nun tatsächlich beenden können, hängt vom Display-Manager ab. Manche Display-Manager bietet die Möglichkeit, vom aktuellen Runlevel 5 zum Runlevel 3 zu wechseln und damit sowohl den Display-Manager als

auch X endgültig zu beenden. Beim KDE-Display-Manager klicken Sie dazu den Button **BEENDEN** an und wählen die Option **TEXTKONSOLE** aus.

Wenn diese Möglichkeit nicht gegeben ist, müssen Sie das Kommando `init 3` selbst ausführen. Sie können dieses Kommando unter X (nur als `root`) in einem Shell-Fenster ausführen. Die andere Variante besteht darin, dass Sie mit **(Strg)+(Alt)+(F1)** in eine Textkonsole wechseln, sich dort als `root` einloggen und jetzt `init 3` ausführen.

TIPP

Sie können X auch mit **(Strg)+(Alt)+(Backspace)** beenden. Das ist allerdings nicht die feine Art, weil Sie damit KDE oder Gnome keine Chance geben, Aufräumarbeiten durchzuführen, den aktuellen Desktop-Zustand zu speichern etc. Die Tastenkombination ist aber praktisch, wenn X aus irgendeinem Grund nicht bedienbar ist (z. B. weil der Monitor nicht synchronisiert und kein stabiles Bild liefert).

Falls X über einen Display-Manager gestartet wurde, führt diese Tastenkombination zurück zur Login-Box. (X wird dazu automatisch neu gestartet.) In diesem Fall wechseln Sie mit **(Strg)+(Alt)+(F1)** in die erste Textkonsole und können dort `init 3` ausführen.

X-Protokolldatei

Wenn Sie X manuell starten (also mit `startx`), werden in der Textkonsole zahlreiche Meldungen, Warnungen und eventuell auch Fehlermeldungen angezeigt. In der Regel wird es kaum gelingen, diese Texte vor dem Start von X noch visuell zu erfassen. Deswegen wird bei jedem X-Start ein Startprotokoll in der Datei `/var/log/XFree86.0.log` erstellt. Dieses Protokoll enthält ausführliche Informationen darüber, welche Konfigurationsdatei verwendet wurde, welche Module geladen wurden, welche Probleme dabei eventuell aufgetreten sind, welche Grafikmodi aus welchen Gründen verworfen wurden etc. Wenn es bei der X-Konfiguration Probleme gibt, sollte dieses Protokoll bei der Fehlersuche helfen.

Einträge innerhalb der Logging-Datei sind durch folgende Codes gekennzeichnet:

- (**): Einstellung aus der Konfigurationsdatei
- (++): Einstellung aus der Kommandozeile
- (==): XFree86-Defaulteinstellung
- (--): Einstellung, die sich aus erkannter Hardware ergibt
- (!!): Hinweis
- (II): Hinweis
- (WW): Warnung
- (EE): Fehler

12.3 Konfiguration des X-Servers

Die Konfiguration des X-Servers erfolgt normalerweise während der Installation. Wenn X auf Ihrem Rechner bereits zufrieden stellend läuft, können Sie diesen Abschnitt gestrost überspringen. Wenn es aber Probleme mit der Bildarstellung bzw. mit Maus oder Tastatur gibt, dann enthält dieser Abschnitt eine Menge Detailinformationen zur Konfiguration.

VERWEIS

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass X zurzeit nicht läuft. Wenn das der Fall ist, sollten Sie X vorher beenden. Informationen zum Starten und Beenden von X finden Sie im vorherigen Abschnitt.

Die Konfigurationsdatei XF86Config

Die Konfiguration von XFree86 erfolgt üblicherweise mit der Datei `/etc/X11/XF86Config`. Bei Mandrake und Red Hat muss stattdessen `/etc/X11/XF86Config-4` verändert werden.

HINWEIS

Die Konfigurationsdatei für XFree86 4.n darf sich an verschiedenen Orten befinden und unterschiedliche Namen haben. Eine vollständige Liste aller zulässigen Verzeichnisse erhalten Sie mit `man XF86Config`. Zulässig sind unter anderem:

```
/etc/X11/XF86Config-4
/etc/X11/XF86Config
/etc/XF86Config
/usr/X11R6/etc/X11/XF86Config-4
/usr/X11R6/etc/X11/XF86Config
/usr/X11R6/lib/X11/XF86Config-4
/usr/X11R6/lib/X11/XF86Config
```

Beachten Sie, dass X nur die erste Konfigurationsdatei berücksichtigt, die es finden kann. Wenn Sie also Änderungen an der Konfigurationsdatei durchführen, aber X diese ignoriert, besteht die wahrscheinlichste Ursache darin, dass es eine andere Konfigurationsdatei gibt, die Vorrang hat. Insbesondere bei den aktuellen Red-Hat- und Mandrake-Distributionen existiert `/etc/X11/XF86Config-4`, weswegen `/etc/X11/XF86Config` nur von XFree86 3.n beachtet wird!

Konfigurationshilfen

Je nach Distribution kann die Konfigurationsdatei mit unterschiedlichen Werkzeugen erzeugt bzw. verändert werden:

Mandrake: XFdrake --expert
Red Hat: Xconfigurator
SuSE: sax2
Alle: xf86cfg, xf86config

XFdrake: Wenn Sie XFdrake ohne Parameter unter X starten, können Sie damit nur die Auflösung ändern. Wenn Sie im RESOLUTION-Dialog CANCEL anklicken, können Sie auch andere Einstellungen durchführen (Monitor, Grafikkarte, Server-Einstellungen etc.). Mit der --expert-Option können Sie außerdem zwischen XFree86 3.n und 4.n wählen. XFdrake kann sowohl unter X als auch in einer Textkonsole ausgeführt werden.

Xconfigurator: Dieses Red-Hat-Programm kann nur im Textmodus verwendet werden. X muss vorher beendet werden. Die Bedienung des Programms ist denkbar einfach. Wenn Sie die --expert-Option verwenden, können Sie die Grafikkarte auswählen; andernfalls versucht das Programm, die Karte selbst zu erkennen. Die Maus- und Tastaturkonfiguration wird aus /etc/sysconfig/mouse bzw. ./keyboard gelesen. Wenn Sie XFree86 3.n oder 4.n verwenden möchten, können Sie dies durch die Optionen --preferxf3 oder --preferxf4 erreichen. Per Default versucht das Programm, XFree86 4.n zu verwenden.

SAX2: Im SuSE-Konfigurationsprogramm können Sie in vier Schritten die Maus, die Tastatur, die Grafikkarten und schließlich den Monitor konfigurieren. Nach einem Test wird die Einstellung gespeichert. SAX2 kann ausschließlich zur Konfiguration von XFree86 4.n verwendet werden. (Für XFree86 3.n muss das ältere Programm sax eingesetzt werden.)

sax2 kann nur im Grafikmodus bedient werden. Das Programm startet dazu automatisch X in einer Auflösung von 800*600 Punkten. (Mit der Option --lowres erreichen Sie, dass sich sax2 mit 640*480 Punkten begnügt.)

xf86cfg: Dieses Konfigurationsprogramm ist Teil des X-Basisystems und sollte daher unabhängig von der Distribution immer zur Verfügung stehen. Leider ist das nur ein frommer Wunsch: Bei manchen Distributionen fehlt es, bei anderen funktioniert es nicht richtig und zeigt statt Icons nur weiße Kästchen.

Wenn das Programm funktioniert, startet es einen minimalen X-Server (VGA-Modus mit 640*480 Punkten). Die Benutzeroberfläche des dort ausgeführten Konfigurationsprogramms ist ebenso originell wie gewöhnungsbedürftig. Einzelne Bereiche der X-Konfigurationsdatei werden durch Icons dargestellt, die mit Linien verbunden sind. Damit wird veranschaulicht, wie die Konfigurationsabschnitte miteinander verbunden sind. Zur Konfiguration der Bereiche verwenden Sie die rechte Maustaste. Die Konfigurationsdialoge fallen zwar recht spartanisch aus, dafür ist xf86cfg eines der wenigen Werkzeuge, mit denen grundsätzlich auch eine Multi-Head-Konfiguration durchgeführt werden kann (mehrere Grafikkarten und Monitore).

xf86config: Auch dieses Konfigurationsprogramm ist Teil von X. Wenn die Benutzeroberfläche von xf86cfg schon seltsam ist, so fehlt diese bei xf86config gleich ganz: Das Programm wird im Textmodus ausgeführt. Es macht keinerlei Versuche, die vorhan-

dene Hardware zu erkennen. Das Programm stellt nur eine letzte Notlösung dar, wenn die anderen Konfigurationshilfen versagen.

Aufbau der Konfigurationsdatei XF86Config

Die Datei `/etc/X11/XF86Config` ist in mehrere Abschnitte gegliedert, die mit `Section "name"` eingeleitet und mit `EndSection` abgeschlossen werden. Dabei sind die folgenden Abschnittsnamen vorgesehen:

Monitor	Monitordaten	Seite 485
Device	Konfiguration der Grafikkarte	Seite 485
Screen	Bildschirmauflösung	Seite 486
ServerLayout	verbindet Screen und InputDevices (optional)	Seite 488
Modes	Video-Modi (optional)	Seite 488
Files	Dateinamen (z. B. Font-Verzeichnisse)	Seite 492
Module	zu verwendende Module (z. B. freetype)	Seite 492
ServerFlags	verschiedene Server-Optionen (optional)	Seite 493
DRI	DRI (Direct Rendering Interface, optional)	Seite 497
InputDevice	Konfiguration von Maus und Tastatur	Seite 500
VideoAdaptor	noch nicht dokumentiert (optional)	
Vendor	herstellerspezifische Einstellungen (optional)	

In diesem Abschnitt geht es nur um die Grundkonfiguration der Grafikkarte mit dem Ziel, zu einem stabilen Bild zu gelangen. Behandelt werden daher nur die Abschnitte `Monitor`, `Device`, `Screen` und `ServerLayout`. Weitere Konfigurationsaspekte folgen im Verlauf dieses Kapitels:

3D-Grafik: Seite 493
 Tastatur: Seite 500
 Maus: Seite 505
 Fonts: Seite 509

Eine weitgehend vollständige Dokumentation zu `XF86Config` bekommen Sie mit `man XF86Config`.

Die folgenden Zeilen geben einen ersten Eindruck davon, wie eine X-Konfigurationsdatei aussehen kann. Die Abschnitte `Files` und `InputDevices` sind aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit nur unvollständig abgedruckt.

```

# /etc/X11/XF86Config
Section "Files"
    FontPath      "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc:unscaled"
    ...
    ModulePath    "/usr/X11R6/lib/modules"
    RgbPath       "/usr/X11R6/lib/X11/rgb"
EndSection
Section "Module"
    Load         "extmod"
EndSection
Section "InputDevice"
    Identifier    "Keyboard0"
    Driver        "Keyboard"
    ...
EndSection
Section "InputDevice"
    Identifier    "Mouse0"
    Driver        "mouse"
    ...
EndSection
Section "Monitor"
    Identifier    "Monitor0"
    HorizSync     27-102
    VertRefresh   50-160
    ModelName     "VISION MASTER 450 (S901GT)"
    VendorName    "IIYAMA"
EndSection
Section "Device"
    Identifier    "Device0"
    Driver        "ati"
    BoardName     "Rage 3D Pro AGP"
    VendorName    "ATI"
EndSection
Section "Screen"
    Identifier    "Screen0"
    Device        "Device0"
    Monitor       "Monitor0"
    DefaultDepth  24
    SubSection    "Display"
        Depth     24
        Modes      "1280x1024"
    EndSubSection
EndSection

```

Es wird Ihnen wahrscheinlich auffallen, dass es in den meisten Abschnitten eine Identifier-Zeile gibt. Diese Zeile gibt dem Abschnitt einen Namen. Die Namen werden in den Abschnitten Screen und ServerLayout verwendet, um die Einzelinformationen zusammenzufügen.

Nicht so wichtig sind dagegen die diversen Board-, Vendor- und ModelName-Zeichenketten. Sie enthalten Zusatzinformationen über die Hardware, die nur zur besseren Orientierung innerhalb der Konfigurationsdatei dienen, aber von X nicht ausgewertet werden.

Von den weiteren Schlüsselwörtern werden die wichtigsten im Verlauf der folgenden Abschnitte beschrieben. Eine vollständige Referenz enthält die man-Seite zu XF86Config.

Monitor-Abschnitt

Im Monitor-Abschnitt sind im Regelfall nur zwei Angaben erforderlich: der zulässige Bereich für die horizontale Zeilenfrequenz (in kHz) und der zulässige Bereich für die Bildfrequenz (in Hz). Die folgenden Angaben gelten für einen typischen 19-Zoll-Röhrenmonitor.

```
HorizSync      27-102      # 27 bis 102 kHz (Zeilen/sec)
VertRefresh    50-160      # 50 bis 160 Hz  (Bilder/sec)
```

VORSICHT

Wenn Sie für die horizontale Zeilenfrequenz oder für die vertikale Bildfrequenz zu große Werte angeben, riskieren Sie, dass Ihr Monitor zerstört wird! XFree86 verwendet diese Werte, um eventuell nicht mit Ihrem Monitor verträgliche Grafikmodi von vornherein auszuschließen.

Optional können Sie zwischen den Schlüsselwörtern Mode und EndMode zusätzliche Grafikmodi angeben, die speziell für diesen Monitor gelten. Alternativ können Sie diese Modi auch mit ModeLine in kompakter Form angeben oder mit UseModes auf einen separaten Modes-Abschnitt verweisen. Details zur Spezifikation der Modi folgen auf Seite 488. Weiters können Sie mit DisplaySize die Breite und Höhe des Monitors angeben. X wertet diese Informationen aus, um den DPI-Wert zu bestimmen (siehe Seite 523).

Device-Abschnitt (Grafikkarte)

Das wichtigste Schlüsselwort im Device-Abschnitt ist Driver. Es bestimmt, welches Modul geladen werden soll. Die zur Auswahl stehenden Grafiktreiber befinden sich im Verzeichnis /usr/X11R6/lib/modules/drivers.

Falls mehrere PCI-Grafikkarten in den Rechner eingebaut sind, können Sie mit BusID genau angeben, welche Sie meinen. Die drei Ziffern geben den PCI-Bus, die Device-Nummer und die Funktion an. Die korrekten Werte können Sie herausfinden, indem Sie X -scanpci ausführen. (X darf zu diesem Zeitpunkt nicht laufen.)

```
Driver          "ati"
BusID           "1:0:0"
```

Treiberauswahl: Wenn Sie nicht wissen, welche Grafikkarte Sie haben, können Sie als root das Kommando `lspci` ausführen:

```
root# lspci
...
01:00.0 VGA compatible controller: ATI Technologies Inc Rage 128 PF
```

Bei älteren Karten (auch solchen, die nicht am PCI-Bus angeschlossen sind) hilft oft das Programm `SuperProbe` weiter. (`SuperProbe` kann Ihren Rechner in seltenen Fällen zum Absturz bringen. Schließen Sie vorher alle offenen Dateien und führen Sie `sync` aus.)

```
root# sync
root# SuperProbe
First video: Super-VGA
  Chipset: ATI 264GT3 (3D Rage Pro) (Port Probed)
  Memory: 8192 Kbytes
  RAMDAC: ATI Mach64 integrated 15/16/24/32-bit DAC w/clock
           (with 6-bit wide lookup tables (or in 6-bit mode))
           (programmable for 6/8-bit wide lookup tables)
  Attached graphics coprocessor:
    Chipset: ATI Mach64
    Memory: 8192 Kbytes
```

Leider geht aus dem Ergebnis von `SuperProbe` nicht immer auch der erforderliche Grafiktreiber hervor. Hilfreich sind dann das Kapitel *Drivers* der XFree86-Release-Notes sowie das Dokument *Driver Status*:

<http://www.xfree86.org/current/RELNOTES.html>
<http://www.xfree86.org/current/Status.html>

VERWEIS

Wenn Sie Pech haben, wird Ihre ganz neue Grafikkarte von XFree86 noch gar nicht unterstützt. In solchen Fällen können Sie es mit den Treibern `vga`, `vesa` oder `fbdev` versuchen. Konfigurationsdetails finden Sie auf Seite 491.

Screen-Abschnitt (Auflösung, Farbanzahl)

Der `Screen`-Abschnitt verbindet den Monitor und die Grafikkarte und gibt an, in welcher Auflösung und mit wie vielen Farben die Grafikkarte verwendet werden soll. In jeder `XF86Config`-Datei muss es einen `Screen`-Abschnitt geben (bei einer Multi-Head-Konfiguration mit mehreren Monitoren sogar mehrere).

Die Schlüsselwörter `Device` und `Monitor` verweisen auf die oben schon definierte Grafikkarte und den Monitor. `DefaultDepth` gibt an, wie viele Farben per Default zur Verfügung stehen. (Die Angabe erfolgt in Bit pro Pixel. Bei 24 Bit stehen je Grundfarbe 8 Bit – also je 256 Rot-, Grün- und Blautöne – zur Verfügung, insgesamt 2^{24} Farben. Bei 16 Bit stehen je Farbton nur 5 Bit zur Verfügung, ein Bit bleibt üblicherweise ungenutzt.)

Innerhalb des Screen-Abschnitts können mehrere Display-Unterabschnitte angegeben werden, je einer für jede Farbkonfiguration (Schlüsselwort `Depth`). Im Beispiel unten sind zwei Modi definiert, einer mit 16 Bit und einer mit 24 Bit pro Pixel. Welcher dieser Modi aktiv ist, bestimmt die `DefaultDepth`-Option.

```
Device          "Device0"
Monitor         "Monitor0"
DefaultDepth    24
SubSection "Display"
    Depth       16
    Modes        "1280x1024"
EndSubSection
SubSection "Display"
    Depth       24
    Modes        "1280x1024" "1024x768" "800x600" "640x480"
EndSubSection
```

In der optionalen `Modes`-Zeile kann die gewünschte Auflösung angegeben werden. Wenn die Zeile weggelassen wird oder eine ungültige Auflösung enthält, entscheidet sich X automatisch für die bestmögliche Auflösung, die für den Monitor und die Grafikkarte geeignet ist. XFree86 verfügt dazu über eine *Mode*-Datenbank. Diese enthält die Timing-Parameter für die von der VESA definierten Auflösungen. (VESA steht übrigens für *Video Electronics Standard Association*. Diese Organisation hat eine Reihe von Standards definiert, die von den meisten Grafikkarten eingehalten werden.)

Es ist leider nicht möglich, die gewünschte Bildfrequenz direkt einzustellen. X entscheidet darüber selbst und berücksichtigt dabei die Eckdaten des Monitors und der Grafikkarte.

VERWEIS

Wenn Sie eine ganz bestimmte Auflösung bzw. Bildfrequenz verwenden möchten, die von der VESA nicht vorgesehen bzw. XFree86 unbekannt ist, müssen Sie die Timing-Parameter selbst angeben. Tipps dazu finden Sie auf Seite 488.

TIPP

Wenn in der `Modes`-Zeile mehrere gültige Auflösungen angegeben werden, verwendet X die erste als Defaulteinstellung. Zwischen den Auflösungen können Sie nun im laufenden Betrieb mit `(Strg)+(Alt)+(+)` wechseln. (Dazu muss die `(+)`-Taste des numerischen Tastenblocks verwendet werden.) In den Modi mit geringerer Auflösung gilt die höchste zulässige Auflösung als virtueller Bildschirm.

Optional kann in jedem `Display`-Abschnitt die Größe des virtuellen Bildschirms eingestellt werden. `Virtual 1280 1024` bewirkt beispielsweise, dass ein virtueller Bildschirm von 1280*1024 Punkten verwaltet wird, unabhängig davon, mit welcher Auflösung der Monitor tatsächlich verwendet wird.

ServerLayout-Abschnitt

Die Aufgabe des ServerLayout-Abschnitts besteht darin, den Zusammenhang zwischen Screen- und InputDevice-Abschnitten herzustellen. Im Regelfall gibt es in der Konfigurationsdatei nur einen Screen-Abschnitt und nur zwei InputDevice-Abschnitte (Maus und Tastatur). In diesem Fall kann auf den ServerLayout-Abschnitt verzichtet werden, weil X den Screen- und die InputDevice-Abschnitte selbst nach dem folgenden Muster kombiniert:

```
Section "ServerLayout"
    Identifier       "Layout0"
    InputDevice      "Keyboard0"      "CoreKeyboard"
    InputDevice      "Mouse0"         "CorePointer"
    Screen           "Screen0"
EndSection
```

Wirklich wichtig wird der ServerLayout-Abschnitt erst, wenn Sie mehrere Grafikkarten und Monitore gleichzeitig verwenden. Dann können Sie angeben, wie die einzelnen Screens relativ zueinander positioniert sind. (man `XF86Config` gibt dazu ein Beispiel.)

12.4 Konfiguration für Fortgeschrittene

Dieser Abschnitt behandelt einige fortgeschrittene Themen – etwa die Konfiguration eines eigenen Grafikmodus, den Umgang mit Grafikkarten, die von XFree86 nicht unmittelbar unterstützt werden, die optimale Konfiguration von 3D-Grafikkarten etc.

Grafikmodus (Auflösung, Bildfrequenz) selbst definieren

X verfügt über eine Datenbank mit allen von der VESA definierten Bildschirmauflösungen und Bildfrequenzen. Solange Sie einen dieser Grafikmodi verwenden (etwa durch die Zeile `Modes "1280x1024"`), brauchen Sie sich nicht darum kümmern, wie derartige Grafikmodi intern definiert sind.

Wenn Sie allerdings eine andere Auflösung verwenden möchten (was beispielsweise bei manchen Notebooks erforderlich ist, deren LCD eine unübliche Pixelanzahl aufweist, etwa 1024*600 Punkte) oder eine bestimmte Bildfrequenz erreichen möchten, müssen Sie die Timing-Parameter des gewünschten Grafikmodus selbst angeben. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Sie können einen bestimmten Grafikmodus mit `ModeLine` im `Monitor`-Abschnitt angeben. (Alternativ gibt es auch eine andere Syntax, bei der die Angaben über mehrere Zeilen verteilt und zwischen `Mode` und `EndMode` eingeschlossen werden. Auf die Beschreibung dieser Syntaxvariante wird aber verzichtet.)

- Sie können den oder die Grafikmodi aber auch in einem eigenen Modes-Abschnitt angeben und darauf mit UseMode verweisen.

Egal, wo die Modi definiert sind – jeder Grafikmodus bekommt einen Namen. Üblicherweise beschreibt der Name die Auflösung (also 1024x768. Welcher der definierten Modi tatsächlich verwendet werden soll, bestimmt die Modes-Zeile im Screen-Abschnitt.

ModeLine: Ein Grafikmodus wird durch seinen Namen und neun Zahlenwerte bestimmt. Die folgende Zeile zeigt ein Beispiel:

```
ModeLine "640x480" 25.175 640 664 760 800 480 491 493 525
```

Damit wird ein Grafikmodus mit 640*480 Pixeln beschrieben. Die Zeichenkette "640x480" ist gleichzeitig auch der Name dieses Modus. Der Zahlenwert 25.175 gibt die Pixelfrequenz (Videobandbreite) in MHz an.

Die nächsten vier Werte (in der Einheit Pixel) betreffen das horizontale Timing: Eine einzelne Bildschirmzeile mit 640 *sichtbaren* Pixeln wird in Wirklichkeit aus 800 *virtuellen* Pixeln zusammengesetzt. Die ersten 640 Pixel werden tatsächlich angezeigt. Während der verbleibenden 160 Pixel wird der Elektronenstrahl durch den HSync-Impuls zurück an den Beginn der nächsten Zeile bewegt. Während dieser Zeit hat der Elektronenstrahl die Intensität 0. Die vier Werte kommen also wie folgt zustande:

640	640 Bildschirmpixel anzeigen
664	24 weitere Pixel dunkel tasten
760	96 Pixel lang einen HSync-Impuls erzeugen
800	nochmals 40 Pixel dunkel tasten, d. h. insgesamt 800 virtuelle Punkte

Ganz analog wie beim horizontalen Timing sind auch die Angaben für das vertikale Timing (Einheit Bildschirmzeilen) zu interpretieren:

480	480 Zeilen anzeigen
491	11 Zeilen dunkel tasten
493	2 Zeilen lang einen VSync-Impuls erzeugen
525	nochmals 32 Zeilen dunkel tasten, d. h. insgesamt 525 virtuelle Zeilen

Aus den jeweils letzten Werten der Vierergruppen und der Pixelfrequenz ergeben sich übrigens die horizontale Zeilenfrequenz und die vertikale Bildfrequenz: 25,175 MHz dividiert durch 800 Pixel pro Zeile ergibt eine Zeilenfrequenz von 31,469 kHz. Die Zeilenfrequenz, dividiert durch 525 Zeilen pro Bild, liefert die vertikale Bildfrequenz von 60 Hz.

Grundsätzlich sollte es anhand dieser Informationen möglich sein, eigene ModeLine-Definitionen durchzuführen. Einzig bei den Timing-Angaben für HSync und VSync muss meist ein wenig experimentiert werden.

Wenn Sie sich intensiver mit der Komposition eigener ModeLines auseinander setzen möchten, empfiehlt sich die Lektüre des XFree86 Video Timings HOWTOs.

Meist ist es aber einfacher, sich im Internet eine geeignete ModeLine-Zeile zu suchen. Besonders für die LCDs diverser Notebooks ist die folgende Webseite ein guter Startpunkt für die Suche:

<http://www.linux-laptop.net/>

Beispiel: Ein abschließendes Beispiel soll zeigen, wie die Informationen in `/etc/X11/XF86Config` zusammengefügt werden. Ein Monitor soll mit einer Auflösung von 1152*864 Punkten bei einer Bildfrequenz von 80 Hz betrieben werden. (Das ist eine sinnvolle Einstellung für 17-Zoll-Monitore mit einer modernen Elektronik. Die Zeilenfrequenz beträgt 71,6 kHz, die Pixelfrequenz 105,5 MHz.) Der neue Modus soll den Namen `mymode` bekommen:

```
Section "Monitor"
    ... wie bisher
    ModeLine "mymode" 105.5    1152 1208 1368 1474    864 865 875 895
EndSection
Section "Screen"
    ... wie bisher
    SubSection "Display"
        ... wie bisher
        Modes      "mymode"
    EndSubSection
EndSection
```

Wenn Sie den neuen Grafikmodus in einem eigenen Modes-Abschnitt definieren möchten, sieht die Syntax so aus:

```
Section "Monitor"
    ... wie bisher
    UseModes      "Modes0"
EndSection
Section "Modes"
    Identifier     "Modes0"
    ModeLine "mymode" 105.5    1152 1208 1368 1474    864 865 875 895
EndSection
Section "Screen"
    ... wie oben
EndSection
```

Wenn Sie die Bildfrequenz erhöhen möchten, gehen Sie am besten von einem existierenden Modus aus. Dann multiplizieren Sie die jeweils letzten Werte der beiden Vierergruppen und die gewünschte Bildfrequenz. Wenn Sie also 1152*864 bei 85 Hz haben wollen, multiplizieren Sie $1474 \cdot 895 \cdot 85 = 112.134.550$. Das Ergebnis ist die Videobandbreite, also der erste Wert (der aber in MHz angegeben werden muss). Die neue ModeLine sieht damit so aus:

```
ModeLine "mymode"112.1 1152 1208 1368 1474 864 865 875
895
```

Umgang mit XFree86-inkompatiblen Grafikkarten

Manche (oft sehr neue) Grafikkarten werden von X nicht bzw. noch nicht unterstützt. In solchen Fällen sollten Sie als Erstes im Internet nach aktuellen Informationen oder Treibern suchen.

Oft gelingt es aber auch ohne einen geeigneten Treiber, X zum Laufen zu bringen – wenn auch nicht in einer optimalen Geschwindigkeit. Dazu müssen Sie im Device-Abschnitt mit den Treibern vga, vesa oder fbdev experimentieren:

```
Section "Device"
    Identifier      "Device0"
    Driver          "vesa"
EndSection
```

- Der vga-Treiber unterstützt nur 640*480 oder 800*600 Punkte bei einer Farbtiefe von 4 Bit, ist also nur eine Notlösung.
- Der vesa-Treiber unterstützt prinzipiell alle Auflösungen und die meisten Farbtiefen (8, 15, 16 und 24 Bit). Allerdings wird die Geschwindigkeit mit dem vesa-Treiber deutlich geringer ausfallen als mit einem für Ihre Grafikkarte optimierten Treiber.
- Der fbdev-Treiber greift direkt auf den Speicher (Framebuffer) der Grafikkarte zu. Damit sollte dieser Treiber mit fast allen Grafikkarten funktionieren, sofern der Linux-Kernel mit Framebuffer-Unterstützung kompiliert wurde. Dass diese Unterstützung vorhanden ist, erkennen Sie daran, dass die Datei `/proc/fb` existiert.

Eine weitere Voraussetzung besteht darin, dass bereits beim Booten des Rechners der richtige VGA-Modus ausgewählt wird. Dazu geben Sie beim LILO-Start die Option `vga=n` an bzw. fügen diese Zeile in `/etc/lilo.conf` ein. Die richtigen Werte (dezimal) für *n* können Sie der folgenden Tabelle entnehmen:

	640x480	800x600	1024x768	1280x1024	1600x1200
8 bpp	769	771	773	775	796
16 bpp	785	788	791	794	798
32 bpp	786	789	792	795	799

Im Screen-Bereich müssen Sie den zu *n* passenden Grafikmodus auswählen. Ein anderer Grafikmodus kann nicht verändert werden, weil der fbdev-Treiber nicht in der Lage ist, den Modus der Grafikkarte zu verändern. Wie beim vega-Treiber ist

auch der fbdev-Treiber deutlich langsamer als ein für die Grafikkarte optimierter Treiber.

Der vga-Treiber ist wegen der geringen Auflösung selten attraktiv. Die beiden anderen Varianten unterscheiden sich kaum bezüglich der unterstützten Modi und der Geschwindigkeit. Wenn der vesa-Treiber funktioniert, ist dieser zumeist vorzuziehen, weil die Konfiguration unkomplizierter ist.

Kurz zu meinen Erfahrungen mit diesen Treibern: Auf meiner schon etwas älteren ATI-Mach64-Karte (die vom ati-Treiber hervorragend unterstützt wird) ist es mir trotz mehrerer Versuche nicht gelungen, mit dem VGA-Treiber zu einem stabilen Bild zu gelangen, nicht einmal mit nur 640*480 Punkten.

Mehr Erfolg hatte ich mit den beiden anderen Treibern, mit denen ich stabile Bilder bis hin zu einer Auflösung von 1280*1024 Punkten erzielte. Allerdings war die Bildfrequenz mit zumeist nur 60 Hz unbefriedigend und die Geschwindigkeit vergleichsweise trostlos. Beim vesa-Treiber standen manche Modi gar nur im Interlace-Modus zur Verfügung. (Das bedeutet, dass wie bei einem Fernseher zunächst die ungeraden und dann die geraden Zeilen ausgegeben werden. Das Ergebnis: Der Bildschirm flimmert.)

Files-Abschnitt

Im Files-Abschnitt werden die Orte diverser Verzeichnisse angegeben, aus denen der X-Server Dateien lädt. Im Regelfall enthält dieser Abschnitt eine RgbPath-Zeile, die auf eine Datei mit den Namen verschiedener Farben verweist, eine ModulePath-Zeile, die auf ein Verzeichnis mit X-Server-Modulen verweist, und schließlich zahllose FontPath-Zeilen mit den Orten diverser Font-Verzeichnisse. (Details zur richtigen Einstellung der FontPath-Verzeichnisse finden Sie auf Seite 513.)

```
Section "Files"
    RgbPath      "/usr/X11R6/lib/X11/rgb"
    ModulePath   "/usr/X11R6/lib/modules"
    FontPath     "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc:unscaled"
    FontPath     "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/local"
    ...
EndSection
```

Modules-Abschnitt

Im Modules-Abschnitt von XF86Config geben Sie mit dem Schlüsselwort Load an, welche Module der X-Server verwenden soll:

```
Section "Module"
    Load      "extmod"
    ...
EndSection
```


Die Module befinden sich in den Dateien `/usr/X11R6/lib/modules/extensions` und `./fonts`. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten zur Auswahl stehenden Module:

<code>extmod</code>	häufig eingesetzte X-Server-Erweiterungen
<code>dbe</code>	Double Buffering Extension (siehe Seite 493)
<code>glx</code>	OpenGL X Protocol Interface (siehe Seite 493)
<code>dri</code>	Direct Rendering Infrastructure (siehe Seite 493)
<code>v4l</code>	Video 4 Linux (siehe Seite 499)
<code>freetype</code>	Unterstützung für TrueType-Fonts (siehe Seite 509)
<code>type1</code>	Unterstützung für Adobe-Type-1-Fonts (siehe Seite 509)
<code>speedo</code>	Unterstützung für Bitstream-Fonts (siehe Seite 509)

Das `extmod`-Modul sollte immer verwendet werden, weil andernfalls einige X-Server-Erweiterungen nicht zur Verfügung stehen. Diese Zusatzfunktionen werden von zahlreichen Programmen (z. B. Konqueror) vorausgesetzt. Die Font-Module werden nur benötigt, wenn kein Font-Server verwendet wird.

ServerFlags-Abschnitt

Im `ServerFlags`-Abschnitt können Optionen angegeben werden, die das Verhalten des X-Servers beeinflussen:

```
Section "ServerFlags"
    Option      "DontZap"  "on"
EndSection
```

Im Folgenden werden nur die zwei wichtigsten Optionen beschrieben. Eine vollständige Beschreibung aller Optionen finden Sie mit `man XF86Config`.

DontZap (Default off): Die Einstellung `on` deaktiviert die Tastenkombination `(Strg)+(Alt)+(Backspace)`.

AllowMouseOpenFail (Default off): Die Einstellung `on` bewirkt, dass X selbst dann gestartet wird, wenn die Initialisierung oder Erkennung der Maus scheitert.

3D-Grafik

Einführung

Viele Wege führen nach Rom, aber noch mehr scheinen zu einer funktionierenden 3D-Grafik unter X zu führen. Die folgenden Absätze geben einen Überblick über die zur Auswahl stehenden Möglichkeiten und stellen gleichzeitig ein kleines 3D-Glossar dar.

Open GL: Generell ist das Thema 3D-Grafik unter Unix/Linux durch Open GL geprägt. Open GL (oft auch kurz GL) ist eine ursprünglich von SGI entwickelte Bibliothek zur

Darstellung von 3D-Grafiken, die mittlerweile auf fast allen Unix/Linux-Rechnern zur Verfügung steht. Daher bauen fast alle der unter Linux verfügbaren 3D-Programme und -Spiele auf Open GL auf.

Da der Code von Open GL früher nicht frei verfügbar war (das hat sich inzwischen geändert), ist die dazu kompatible Open-Source-Bibliothek Mesa entstanden. Mesa war ursprünglich eine reine Software-Lösung. Da dies für viele Anwendungen (Spiele) zu langsam ist, wurde Mesa im Verlauf der letzten Jahre immer wieder erweitert – einerseits um hardwarespezifische Treiber, um die 3D-Funktionen bestimmter Grafikkarten zu nutzen, andererseits um einen DRI-Treiber für XFree86 4.n.

HINWEIS

Neben Open GL wurden auch andere 3D-Grafikbibliotheken entwickelt. Eine davon ist die Glide-Bibliothek der Firma 3dfx. Die Bibliothek kann allerdings nur zusammen mit Voodoo-Grafikkarten verwendet werden. Glide ist insofern noch von Bedeutung, als dass es 3D-Spiele gibt, die Glide voraussetzen. (Solche Spiele können nur mit Voodoo-Grafikkarten verwendet werden.) Weiters gibt es eine Mesa-Erweiterung, damit auch Open-GL-Programme in optimaler Geschwindigkeit ausgeführt werden können.

HINWEIS

Im Zusammenhang mit 3D-Funktionen ist immer wieder von Hardware-Beschleunigung die Rede. Das bezieht sich auf die 3D-Funktionen der Grafikkarte und ist nicht zu verwechseln mit XAA (*XFree86 Acceleration Architecture*): Dabei handelt es sich zwar ebenfalls um Funktionen zur Beschleunigung von Grafikoperationen, diesmal aber für 2D-Operationen (z. B. beim Verschieben eines Fensters). Diese Art der Hardware-Beschleunigung ist historisch gesehen älter als die 3D-Funktionen und wird von XFree86 schon lange standardmäßig unterstützt.

GLX: Unter X werden die Open-GL-Funktionen über die GLX-Bibliothek genutzt. Diese Bibliothek stellt also die Verbindung zwischen dem X Window System und Open GL her. (GLX stellt beispielsweise sicher, dass Open-GL-Ausgaben nur im gerade sichtbaren Teil eines Fensters erfolgen und nicht mit anderen Fenstern kollidieren.)

Die Realisierung von GLX ist besonders schwierig, wenn 3D-Hardware-Funktionen genutzt werden sollen. Es gibt mehrere GLX-Implementierungen:

- **UtahGLX (GLX für XFree86 3.n):** Der Name dieser GLX-Implementierung leitet sich aus dem Entstehungsort, der *University of Utah*, ab.

Unterstützte Grafikchips: ATI RagePro (aber nicht Rage 128 und Radeon), Intel i810, Matrox G200 und G400, nVIDIA Riva, SiS 6326 sowie S3 ViRGE und Savage3D.

- **DRI (GLX für XFree86 4.n):** Zu den wichtigsten Neuerungen von XFree86 4.0 zählt DRI (Direct Rendering Infrastructure). Dabei handelt es sich um eine neue Schnittstelle zur Verwendung von 3D-Hardware-Funktionen.

Zurzeit werden folgende Grafikchips unterstützt: 3dfx Voodoo 3 bis 5 und Banshee, 3DLabs MX, ATI Rage 128 und Radeon (nicht Mach 64), Intel i810 und i815 sowie Matrox G200, G400 und G450.

- **nVIDIA (XFree86 4.n):** Die Grafikkarten der Firma nVIDIA werden von DRI nicht unterstützt, weil die erforderliche Dokumentation den Entwicklern nicht zur Verfügung gestellt wird. nVIDIA hat aber selbst Treiber entwickelt, die zusammen mit XFree86 4.n verwendet werden können. Sie finden die Treiber zusammen mit einer Installationsanleitung auf der nVIDIA-Website (www.nvidia.com). Weitere Informationen gibt das nVIDIA-HOWTO.

Beachten Sie, dass es einige Grafikkarten gibt (meist etwas ältere Modelle), für die eine funktionierende und schnelle 3D-Grafik zurzeit nur mit XFree86 3.n realisiert werden kann, nicht aber mit der aktuellen Version XFree86 4.n.

VERWEIS

Ein gutes Glossar zu den wichtigsten Begriffen aus der 3D-Welt finden Sie unter:

<http://dri.sourceforge.net/doc/glossary.html>

Weitere Informationen zum Thema 3D-Grafik und Linux finden Sie hier:

<http://www.mesa3d.org>

<http://dri.sourceforge.net>

<http://glide.xedgexx.com>

<http://www.linux-3d.net>

<http://www.thedukeofurl.org/reviews/misc/3dlinux>

Bibliotheken, distributionsspezifische Details

Viele Distributionen bemühen sich, möglichst für jede Grafik-Hardware Treiber mitzuliefern (soweit dies lizenzrechtlich möglich ist). Das führt allerdings oft zu Konflikten zwischen den GLX-Bibliotheken. (Das betrifft insbesondere die Datei `libGL.so`.)

Mandrake: Das X-Konfigurationsprogramm `XFdrake --expert` versucht, Ihre Grafikkarte zu erkennen, und stellt dann zumeist drei Konfigurationsvarianten zur Auswahl: XFree86 4.n ohne 3D-Beschleunigung, XFree86 3.n ohne 3D-Beschleunigung sowie die für die Grafikkarte am besten geeignete XFree86-Version mit 3D-Beschleunigung.

Eine Besonderheit besteht hier bei der Verwaltung der diversen GLX-Bibliotheken. `libGL.so.1` verweist auf `libGLwrapper.so`. Diese Bibliothek entscheidet dann, welche `libGL.so.n`-Version tatsächlich verwendet werden soll.

SuSE: Auch SuSE versucht bereits bei der Installation die optimale 3D-Konfiguration durchzuführen. Um Konflikte mit `libGL.so` zu vermeiden, sind die Scripts `switch2-xf86-glx`, `switch2mesasoft` etc. vorgesehen. Sie verändern die Links zu den Bibliotheken und aktivieren so eine von bis zu fünf möglichen 3D-Varianten. Je nachdem, welche Pakete installiert sind, stehen einige der unten angegebenen Scripts zur Auswahl:

```

switch2mesasoft      für Mesa ohne Hardware-Treiber
switch2mesa3dfx      für Mesa mit Glide-Treiber (Voodoo 1-3)
switch2glx           für XFree86 3.n mit Utah-GLX
switch2xf86_glx      für XFree86 4.n mit DRI
switch2nvidia_glx    für XFree86 4.n mit NVIDIA (nicht mitgeliefert!)

```

Wenn die 3D-Konfiguration geändert wird, muss das entsprechende Script ausgeführt werden. Das zu verwendende Script sollte außerdem in `/etc/rc.config` in der Variablen `SCRIPT_3D` angegeben werden.

DRI-Konfiguration

Von den vielen Möglichkeiten, 3D-Grafik unter X zu nutzen, wird hier die DRI-Variante etwas ausführlicher behandelt. Bevor Sie mit der Konfiguration beginnen, sollten Sie die Voraussetzungen abklären:

- Sie benötigen eine Grafikkarte, zu der es DRI-Treiber gibt. Eine detaillierte Liste finden Sie hier:

<http://dri.sourceforge.net/status.phtml>

Beachten Sie auch, dass die Grafikkarte für den 3D-Betrieb verhältnismäßig viel Speicher benötigt. Steht dieser Speicher nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung, kann X nur in niedrigeren Auflösungen verwendet werden bzw. laufen 3D-Anwendungen langsamer als erhofft.

- Sie benötigen Kernel 2.4 sowie das zu Ihrer Grafikkarte passende DRM-Kernel-Modul (*Direct Rendering Module*). Die Module werden bei allen gängigen Distributionen mitgeliefert und befinden sich in `/lib/modules/n/kernel/drivers/char/drm/`. X kümmert sich beim Start automatisch darum, das richtige Modul zu laden.
- Bei SuSE müssen Sie sicherstellen, dass das Paket `xf86_gfx` installiert ist. Führen Sie außerdem das Kommando `switch2xf86_glx` aus, um sicherzustellen, dass die Links auf `libGL` so richtig eingestellt sind.

Das DRM-Kernel-Modul und die XFree86-Version müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Defaultkonfiguration passen folgende Versionen zusammen:

XFree86 4.0.*n* und Kernel 2.4.0 bis 2.4.7
 XFree86 4.1.*n* und Kernel ab Version 2.4.8

Es ist zu erwarten, dass alle Distributionen zueinander passende Kombinationen ausliefern – aber wenn Sie den Kernel oder XFree86 selbst aktualisieren, kann es zu Problemen kommen. Lesen Sie auch die Ankündigung zu Kernel 2.4.8:

<http://lwn.net/daily/2.4.8.php3>

Das Mesa-Paket braucht übrigens nicht installiert zu sein, damit DRI funktioniert. Alle erforderlichen Open-GL- und GLX-Funktionen (die zum Teil von Mesa direkt abstammen) sind bereits in XFree86 integriert.

Modules-Abschnitt in XF86Config: Die eigentliche DRI-Konfiguration ist denkbar einfach. Im Modules-Abschnitt müssen zusätzlich zu den bisher schon angegebenen Modulen auch `dri` und `glx` geladen werden. Darüber hinaus sollte auch das Modul `dbe` geladen werden, das ein Flimmern während des Bildaufbaus bzw. Bildwechsels verhindert:

```
Section "Module"
    ...
    Load "dbe" # Double Buffering Extension
    Load "dri" # Direct Rendering Infrastructure
    Load "glx" # GLX (Open GL for X)
EndSection
```

DRI-Abschnitt: Per Default darf nur `root` direkt auf die Grafik-Hardware zugreifen. Damit ist auch die Nutzung von DRI/GLX vorerst auf `root` beschränkt. Um auch anderen Benutzern Zugang zu schneller Grafik zu ermöglichen, können Sie im DRI-Abschnitt von XF86Config zwei Optionen angeben. Mit den folgenden Zeilen erlauben Sie allen Mitgliedern der Gruppe `graphics` den Zugang zur schnellen 3D-Grafik. (Natürlich müssen Sie diese Gruppe einrichten und den Benutzern zuordnen.)

```
Section "DRI"
    Group      "graphics"
    Mode       0660
EndSection
```

Noch liberaler ist die folgende Einstellung. Damit darf wirklich jeder Benutzer die DRI-Funktionen nutzen. (Das kann aber unter Umständen eine Sicherheitslücke darstellen und ist bei vernetzten Rechnern nicht zu empfehlen.)

```
Section "DRI"
    Mode       0666
EndSection
```

Die beiden DRI-Optionen geben an, mit welchen Besitz- und Zugriffsrechten die Datei `/dev/dri/card0` erzeugt wird. Der Zugriff auf die Grafikkarte erfolgt über dieses Device. (Grundlageninformationen zur Verwaltung von Zugriffsrechten finden Sie auf Seite 215.)

Test: Mit dem Programm `glxinfo` können Sie überprüfen, ob alles geklappt hat. Das Programm liefert eine Menge Detailinformationen über das laufende GLX-System. Mit `grep` können Sie die entscheidende Zeile herausfiltern:

```
root# glxinfo | grep renderer
OpenGL renderer string: Mesa DRI Rage128 20001215 Pro AGP 2x x86
```

Das bedeutet, dass der DRI-Treiber für eine ATI-Rage-128-Grafikkarte aktiv ist. Wenn dagegen weder DRI noch ein anderer 3D-beschleunigter Treiber läuft (sondern nur die Software-Version von Mesa), sieht die Ausgabe so aus:

```
root# glxinfo | grep renderer
OpenGL renderer string: Mesa X11
```

Einen sehr visuellen Test, ob alles klappt, ermöglicht das Programm `gears` (siehe Abbildung 12.1). Es ist Teil der Mesa-Demoprogramme und muss eventuell extra installiert werden (Paket `Mesa-demos`). Das Programm zeigt in einem Fenster drei rotierende Zahnräder an. Im Shell-Fenster, in dem das Programm gestartet wurde, wird alle fünf Sekunden die Anzahl der Bilder pro Sekunde (FPS) angezeigt. Auf meinem Testrechner (Pentium II 350, ATI Xpert 2000 mit Rage-128-Chip) habe ich bei voller Fenstergröße (1152*864 Punkte, 16 Bit Farbtiefe) folgende Ergebnisse erzielt:

Mit DRI: ca. 24 FPS

Ohne DRI: ca. 9 FPS

Mit einer leistungsstarken Hardware werden Sie natürlich deutlich höhere Bildraten erzielen.

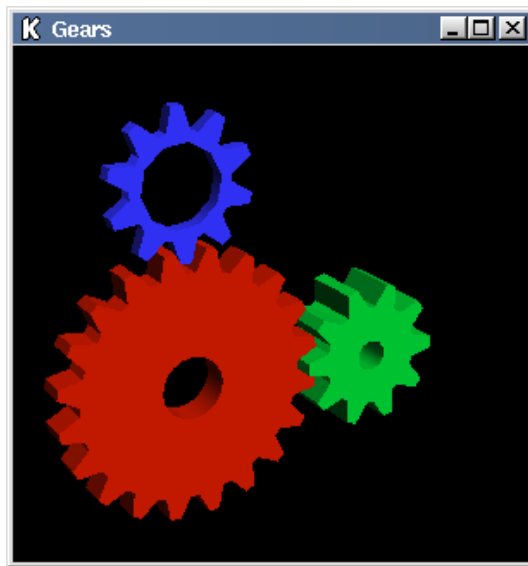


Abbildung 12.1: Das 3D-Testprogramm `gears`

DVD, TV-Karten, Video

DVD-Player: Die meisten für Linux erhältlichen DVD-Player schreiben die Bilder nach Möglichkeit über die XVideo Extension (kurz XVideo oder XV) mittels *shared memory* in den Speicher der Grafikkarte. Diese Methode ist besonders effizient, funktioniert aber nur, wenn der Treiber für die Grafikkarte XV unterstützt. Das ist zurzeit leider noch nicht für alle Grafikkarten der Fall. (Wenn der Treiber XV unterstützt, wird diese X-Erweiterung normalerweise automatisch aktiviert. Unter Umständen müssen Sie in den Modules-Abschnitt die Zeile `Load "v4l"` einfügen.)

Ob XV zur Verfügung steht, können Sie mit `xdpyinfo` überprüfen:

```
user$ xdpyinfo
...
number of extensions:    22
    XVideo
...
```

Wenn der Treiber für Ihre Grafikkarte XV nicht unterstützt, funktioniert vielleicht DGA (*Direct Graphics Access*). DGA wird wie XV automatisch aktiviert, sofern der Treiber diese Funktion kennt. Das können Sie wieder mit `xdpyinfo` überprüfen. DGA hat allerdings den Nachteil, dass nur `root` diese X-Erweiterung nutzen kann.

TV-Karten, Video: Sie können unter X auch fernsehen – vorausgesetzt, Sie haben eine Grafik- oder Zusatzkarte mit TV-Funktion. Und mit etwas Konfigurationsarbeit können Sie Ihren Linux-Rechner sogar als digitalen Video-Rekorder einsetzen. Da ich selbst keine Grafikkarte mit TV-Funktion besitze, kann ich Sie hier nur auf weitere Quellen verweisen.

Der beste Startpunkt zum Thema *Video for Linux* (kurz v4l) ist die folgende Website:

<http://www.exploits.org/v4l>

YaST2 ist ab SuSE 7.3 mit einem eigenen Modul zur Konfiguration der TV-Karte ausgestattet. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Konfigurationshandbuch sowie in der SuSE-Support-Datenbank (`sdb.suse.de`).

Speziell zu Video(-Rekorder)-Anwendungen gibt es ein eigenes VCR-HOWTO.

Das Standardprogramm für das Fernsehen unter Linux ist `xawtv`. Dieses Programm blendet das Video-Signal (üblicherweise `/dev/video0`) in ein Fenster am Bildschirm ein. Mit der rechten Maustaste kann ein Konfigurationsfenster geöffnet werden, um diverse Bildparameter (Helligkeit, Kontrast) einzustellen und den gewünschten TV-Kanal auszuwählen. (Für KDE-Freunde bietet `kwinTV` eine elegante Alternative zu `xawtv`.) Wie bei DVD-Anwendungen gibt es zwei Methoden, wie das Video-Signal auf den Bildschirm kommt: DGA oder XVideo.

`xawtv` kann auch eingesetzt werden, um das Bild einer Webcam anzuzeigen. Bei meiner Testkonfiguration (Dexxa-Webcam, ATI-Radeon-Grafikkarte, XFree86 4.0.3, Kernel 2.4.4)

hat das aber nur funktioniert, wenn XF86Config die folgende Zeile im Module-Abschnitt *nicht* enthält: Load "v4l". Die Ursache bestand möglicherweise darin, dass die v4l-Unterstützung im mod_quickcam-Modul noch nicht so richtig funktioniert hat.

12.5 Tastatur

Konfiguration in XF86Config

Die Tastatur wird in XF86Config durch einen InputDevice-Abschnitt konfiguriert. Die folgenden Zeilen zeigen eine Minimalkonfiguration für das US-Tastaturlayout (101 Tasten):

```
Section "InputDevice"
    Identifier "Keyboard0"
    Driver      "Keyboard"
EndSection
```

Hier ein zweites Beispiel für ein deutsches Tastaturlayout für eine Tastatur mit 104 Tasten:

```
Section "InputDevice"
    Identifier "Keyboard0"
    Driver      "Keyboard"
    Option      "XkbRules"      "xfree86"
    Option      "XkbModel"      "pc104"
    Option      "XkbLayout"     "de"
    Option      "XkbVariant"    "nodeadkeys"
EndSection
```

Wenn Sie die Tastaturkonfiguration selbst durchführen (und sich nicht auf ein Konfigurationsprogramm verlassen), stehen Sie vor dem Problem, dass die zahllosen Optionen und deren zulässige Einstellungen bis jetzt (XFree86 4.1.0) äußerst mangelhaft dokumentiert sind (siehe man 4 keyboard). Hier einige Tipps zu den wichtigsten Optionen:

- XkbRules bestimmt, wie die Einstellungen für die weiteren Optionen ausgewertet werden sollen. Im Regelfall lautet hier die richtige Einstellung xfree86 (default), einzig für japanische PC-98-Tastaturen muss xfree98 angegeben werden.
- XkbModel beschreibt die Tastatur. Zulässige Einstellungen sind unter anderem:

```
pc101: US-Tastatur ohne Windows-Tasten (Default)
pc102: internationale Tastatur ohne Windows-Tasten
pc104: US-Tastatur mit Windows-Tasten
pc105: internationale Tastatur mit Windows-Tasten
abnt2: brasilianische Tastatur
jp106: japanische Tastatur
pc98: japanische PC-98-Tastatur
macintosh: Apple Macintosh
powerpcps2: Apple Power PC
```


- `XkbLayout` beschreibt die Anordnung der Tasten auf der Tastatur. Diese ist länderabhängig. Als Einstellungen sind die üblichen Ländercodes zulässig, beispielsweise:

us: US-Englisch (Default)
 de: Deutsch
 fr: Französisch
 it: Italienisch
 pl: Polnisch
 se: Schwedisch

- `XkbVariant` ermöglicht Zusatzeinstellungen zum Tastaturlayout. Die einzige mir bekannte Einstellung lautet `nodeadkeys`. Sie bewirkt, dass die Zeichen `~` `^` `'` ``` unmittelbar eingegeben werden dürfen. (Per Default gelten diese Zeichen als Kompositionszeichen, d. h. `~`, `@` ergibt das Zeichen `ä`.)

Wenn Sie unter KDE arbeiten, können Sie das Tastaturlayout auch im KDE-Kontrollzentrum einstellen (PERSÖNLICHE EINSTELLUNGEN|TASTATURLAYOUT). Wenn also Veränderungen an der Tastaturkonfiguration in `XF86Config` wirkungslos bleiben, liegt dies höchstwahrscheinlich an KDE. Testen Sie Ihre Konfiguration also auch unter Gnome!

HINWEIS

Die KDE-Tastaturkonfiguration wurde übrigens nicht entwickelt, um das Rad neu zu erfinden, sondern um eine einfache und unkomplizierte Möglichkeit zu schaffen, rasch zwischen unterschiedlichen Tastaturlayouts zu wechseln (etwa zur Eingabe mehrsprachiger Texte). Leider funktioniert der Layoutwechsel nicht immer zuverlässig (wobei ich überraschenderweise die meisten Probleme ausgerechnet mit dem US-Tastaturlayout hatte).

Auch unter Gnome können Sie das Tastaturlayout rasch wechseln. Sie finden die entsprechenden Funktionen im GKB-Applet (Gnome Keyboard Switcher).

Wichtige Tastenkürzel

Wenn Sie unter X arbeiten, gelten zumeist die folgenden Tastenkombinationen:

X-Tastenkürzel

<code>(Strg)+(Alt)+(Backspace)</code>	beendet X
<code>(Strg)+(Alt)+(Fn)</code>	Wechsel in die Textkonsole 1 bis 6
<code>(Alt)+(F7)</code>	Wechsel aus der Textkonsole zurück ins X Window System
<code>(Strg)+(Alt)+(+) / (-)</code>	Wechsel des XFree86-Grafikmodus (falls mehrere Modi definiert sind)

Weitere Tastenkürzel werden durch den aktiven Window Manager oder Desktop-System definiert. Die Tastenkombination `(Strg)+(Alt)+(Entf)` hat in X keine Bedeutung; unter KDE kann sie jedoch zum Ausloggen aus X verwendet werden.

Numerischer Tastenblock

Unter X ist der numerische Tastenblock per Default nicht aktiv, d. h. es können keine Zahlen eingegeben werden, sondern Cursor-Bewegungen durchgeführt werden. Als einzige mir bekannte Distribution behebt zurzeit Mandrake diesen Misstand mit dem kleinen Programm `enable_X11_numlock`, das während des X-Startprozesses automatisch ausgeführt wird (siehe `/etc/X11/xinit.d/numlock`).

VERWEIS

Bei SuSE weiß man auch, wie sich NumLock aktivieren ließe. Unter der folgenden Adresse finden Sie ein zehnzeiliges Programm samt Kompilieranleitung. Unklar ist nur, warum SuSE dieses winzige Programm nicht einfach mitliefert.

http://sdb.suse.de/de/sdb/html/cg_x11numlock.html

HINWEIS

In früheren XFree86-Versionen war es möglich, NumLock automatisch zu aktivieren, indem zum einen im Keyboard-Abschnitt in `XF86Config` die Anweisung `Xleds 1 2 3` eingefügt wurde und zum anderen während des X-Starts das Kommando `xset led 2` oder `3` ausgeführt wurde. Seit XFree Version 3.3 funktioniert diese Vorgehensweise aber nicht mehr.

Ausländische Sonderzeichen, Euro und Cent

Sonderzeichen zusammensetzen: Ähnlich wie in Textkonsolen (siehe Seite 160) gibt es auch unter X die Möglichkeit, ausländische Sonderzeichen zusammenzusetzen.

- Die Zeichen `~`, `^`, `'`, ``` werden mit dem nächsten Zeichen kombiniert. `~`, `@` ergibt daher das Zeichen `ä`. (Dieser Eingabemodus kann durch die Option `nodeadkeys` deaktiviert werden – siehe Seite 501.)
- Mit einer Compose-Taste können Sie die zwei folgenden Zeichen gleichsam vereinen. Beispielsweise liefert `(Compose)`, `(A)`, `(E)` das Zeichen `Æ`.

Welche Taste(nkombination) als Compose-Taste gilt, hängt von der Distribution ab. Beachten Sie, dass Sie `(Shift)` immer vor der jeweils zweiten Taste drücken müssen.

Mandrake: `(Shift)+(AltGr)`

Red Hat: `(Shift)+(AltGr)`

`(Rechte Windows-Taste)`

SuSE: `(Shift)+(Rechte Strg-Taste)`

`(Shift)+(Rechte Windows-Taste)`

`(Shift)+(AltGr)`

Sie können die Taste auch mit `xmodmap` feststellen. (Beim Ergebnis gilt die erste Spalte für die Taste ohne `(Shift)`, die zweite Spalte mit `(Shift)`. Eine Tabelle zur Zuordnung zwischen `keycode` und den dazugehörigen Tasten finden Sie auf Seite 504.)

```
user$ xmodmap -pk | grep -i multi_key
KeyCode      Keysym (Keysym) ...      (Shift)
    109      0xffe4 (Control_R)      0xff20 (Multi_key)
    113      0xff7e (Mode_switch)    0xff20 (Multi_key)
    116      0xffec (Super_R)        0xff20 (Multi_key)
```

Wenn Sie die Windows-Kontextmenütaste (ohne **(Shift)**) als Compose-Taste verwenden möchten, führen Sie das folgende Kommando aus:

```
user$ xmodmap -e "keycode 117 = Multi_key"
```

Welche Sonderzeichen wie zusammengefügt werden können, hängt vom aktiven Zeichensatz ab. Die Definitionen sind in `/usr/X11R6/lib/X11/locale` gespeichert. Die folgenden Zeilen zeigen einige Kombinationen für ISO-Latin-1:

```
user$ less /usr/X11R6/lib/X11/locale/iso8859-1/Compose
...
<Multi_key> <c> <o>                : "\251"    copyright
<Multi_key> <less> <less>          : "\253"    guillemotleft
<Multi_key> <greater> <greater>    : "\273"    guillemotright
<Multi_key> <plus> <minus>         : "\261"    plusminus
<Multi_key> <minus> <plus>         : "\261"    plusminus
<Multi_key> <slash> <u>            : "\265"    mu
<Multi_key> <u> <slash>           : "\265"    mu
...
```

Euro und Cent: Bei fast allen Distributionen ist die Tastatur bereits so konfiguriert, dass die Tastenkombination **(AltGr)+(E)** der X-Keysym-Zeichenkette `EuroSign` zugeordnet ist. Ebenso ist **(AltGr)+(C)** dem Cent-Symbol zugeordnet. Davon können Sie sich mit dem Programm `xev` (siehe unten) leicht vergewissern. (Diese Tastenkombinationen gelten für den deutschen Sprachraum. In anderen Ländern sind zum Teil andere Tastenkombinationen zur Eingabe dieser Symbole üblich.)

Leider gibt es zurzeit aber nur wenige Programme, die mit dieser Eingabe auf Anhieb zurechtkommen und tatsächlich ein Euro-Zeichen darstellen. Beispielsweise müssen Sie beim Start von `xterm` angeben, dass ein Zeichensatz mit ISO-8859-15-Codierung verwendet werden soll:

```
user$ xterm -fn -misc-fixed-medium-r-normal--*-ISO8859-15
```

Wenn auf die Eingabe von **(AltGr)+(E)** bzw. **(AltGr)+(C)** keine Reaktion erfolgt, müssen Sie die beiden folgenden Kommandos ausführen:

```
user$ {\bfs xmodmap -e 'keycode 26 = e E EuroSign'}
user$ {\bfs xmodmap -e 'keycode 26 = c C cent copyright'}
```

xmodmap, xev, setxkbmap

Wenn Sie Probleme mit der Tastatur haben, sollten Sie zuerst `XF86Config` kontrollieren und dann (falls Sie mit KDE arbeiten) einen Blick in den Tastatordialog des KDE-Kontrollzentrums werfen. Lässt sich die Ursache des Problems dort nicht finden, helfen vielleicht die beiden hier beschriebenen X-Programme weiter.

xev: Das Programm dient dazu, Informationen über X-Ereignisse anzuzeigen (und jede Tastatureingabe zählt als Ereignis). Das Programm muss aus einem Shell-Fenster heraus gestartet werden. Solange das `xev`-Fenster aktiv ist, werden im Shell-Fenster Informationen über gedrückte Tasten, Mausbewegungen etc. angezeigt. Auf diese Weise können Sie feststellen, wie X intern reagiert, wenn Sie beispielsweise **(F1)** drücken.

xmodmap: Das Kommando `xmodmap` gibt Auskunft über die Zuordnung zwischen einer Taste und dem ihr zugeordneten Zeichen bzw. der ihr zugeordneten Funktion.

`xmodmap -pk` liefert die zurzeit gültige Tastaturtabelle. Dabei wird in der ersten Spalte der interne Keycode angegeben (die Nummer der Taste). In den weiteren Spalten wird die Bedeutung der Taste zuerst ohne **(Shift)**, dann mit **(Shift)**, dann mit **(AltGr)** und schließlich mit **(Shift)+(AltGr)** angegeben. Ein Beispiel:

```
user$ xmodmap -pk
...
38      0x0061 (a)      0x0041 (A)      0x00e6 (ae)      0x00c6 (Æ)
...
```

Mit der Taste Nummer 38 wird der Buchstabe a bzw. A eingegeben. Wird gleichzeitig **(AltGr)** gedrückt, können Æ bzw. æ eingegeben werden.

Die Zuordnung zwischen Taste und Nummer ist von der Tastatur abhängig. Im Folgenden sehen Sie eine Liste mit den dezimalen Codes der Modifier-Tasten, die in den `xmodmap`-Listen am schwersten zu interpretieren sind. Die Nummern gelten für eine internationale Standard-PC-Tastatur mit Windows-Tasten. (Wenn Sie die Nummern anderer Tasten herausfinden möchten, verwenden Sie einfach `xev`.)

Keycodes der Modifier-Tasten (Internationale PC-Tastatur)

```
CapsLock: 66
Shift links: 50
Strg links: 37
Windows links: 115
Alt links: 64
AltGr rechts: 113
Windows rechts: 116
Windows-Kontext-Menü rechts: 117
Strg rechts: 109
Shift rechts: 63
```

Mit `xmodmap -pke` wird die zurzeit gültige Tastaturliste in der für `xmodmap` erforderlichen Syntax ausgegeben.

`xmodmap -e definition` ermöglicht die Neudefinition einer einzelnen Taste:

```
user$ xmodmap -e "keycode 22 = BackSpace"
```

`xmodmap datei` verarbeitet die in der Datei angegebenen Definitionen. Angesichts der guten Defaultkonfiguration wird die Verwendung von `xmodmap` eigentlich nur in Ausnahmefällen erforderlich sein. Dennoch sehen viele Distributionen `Xmodmap`-Dateien vor, die beim X-Start automatisch geladen und ausgeführt werden (siehe auch Seite 526).

setxkbmap: Als Alternative zu `xmodmap` gibt es das neuere Kommando `setxkbmap`. Es wird üblicherweise während des X-Startprozesses dazu verwendet, das gesamte Keyboard-Layout einzustellen (entsprechend der Konfiguration in `XF86Config`). Die zugrunde liegenden Dateien befinden sich in `/etc/X11/xkb` oder in `/usr/X11R6/lib/X11/xkb`. `setxkbmap` kann nur eingesetzt werden, wenn X die so genannte `Xkb`-Erweiterung unterstützt (was bei aktuellen `XFree86`-Versionen der Fall ist).

12.6 Maus

Konfiguration in `XF86Config`

Die Maus wird wie die Tastatur durch einen `InputDevice`-Abschnitt konfiguriert, wobei als Treiber diesmal `Mouse` angegeben wird. Die folgenden Zeilen zeigen eine Minimalkonfiguration. Sie setzt voraus, dass die Maus über die Device-Datei `/dev/mouse` angesprochen wird und dass eines der üblichen Protokolle verwendet wird (die `XFree86` selbstständig erkennen kann).

```
Section "InputDevice"
    Identifier    "Mouse0"
    Driver        "mouse"
    Option        "Protocol"      "Auto"
    Option        "Device"        "/dev/mouse"
EndSection
```

Zur Konfiguration der Maus sind folgende Schlüsselwörter vorgesehen:

- Protocol gibt an, wie die Kommunikation zwischen Maus und Computer erfolgt. Zur Auswahl stehen unter anderem folgende Varianten:

Auto:	XFree86 versucht das Protokoll selbst zu erkennen
ExplorerPS/2:	Radmaus (kompatibel zu Microsoft IntelliMouse Explorer) an der PS/2-Schnittstelle
IMPS/2:	Microsoft-kompatible Radmaus an der PS/2-Schnittstelle
IntelliMouse:	Microsoft-kompatible Radmaus an der seriellen Schnittstelle
PS/2:	Standardmaus an der PS/2-Schnittstelle
usb:	USB-Maus

- Device gibt an, wie die Maus mit dem Computer verbunden ist. Üblich sind folgende Einstellungen:

/dev/psaux:	PS/2-Schnittstelle
/dev/ttyS0:	erste serielle Schnittstelle
/dev/ttyS1:	zweite serielle Schnittstelle
/dev/usb/mouse0:	USB-Schnittstelle

- Buttons gibt an, wie viele Tasten die Maus hat (per Default nimmt XFree86 an, dass es drei Tasten gibt). Beachten Sie, dass jedes Rad wie zwei Tasten gerechnet wird. Bei einer Maus mit drei Tasten und einem Rad lautet die richtige Einstellung also 5.
- ZAxisMapping gibt an, welchen virtuellen Buttons eventuell vorhandene Räder zugeordnet werden. (Wenn Sie das Mousrad in die eine Richtung drehen, wertet XFree86 das wie das Drücken eines Buttons aus. Wenn Sie das Rad in die andere Richtung drehen, entspricht dies einem zweiten Button.)

Die folgenden Ergänzungen im InputDevice-Abschnitt gelten für eine typische Radmaus mit einem Rad. Derartige Mäuse haben eigentlich nur zwei Maustasten (links und rechts). Allerdings kann das Rad selbst auch gedrückt werden, was der dritten Taste entspricht (die unter X ziemlich wichtig ist). Die Radbewegungen werden den virtuellen Tasten 4 und 5 zugeordnet. (Beachten Sie, dass Sie bei ZAxisMapping Zahlen angeben müssen, die größer sind als die Zahl der tatsächlich vorhandenen Tasten!)

Buttons 5

Option "ZAxisMapping" "4 5"

- Emulate3Buttons bewirkt, dass durch das gleichzeitige Drücken der rechten und linken Maustaste eine fehlende mittlere Maustaste simuliert werden kann. Das ist zwar nur eine Notlösung, hilft aber dabei, auch mit einer Zweitastenmaus unter X zu arbeiten. Mit Emulate3Timeout kann die Zeit in Millisekunden angegeben werden, innerhalb der beide Tasten gedrückt werden müssen. Wählen Sie diese Zeit zu klein, wird das nicht ganz gleichzeitige Drücken beider Tasten separat gewertet. Zu große Werte sind aber auch unpraktisch, weil die Reaktion auf jeden Mausklick um diese Zeit verzögert wird (weil XFree86 noch nicht weiß, wie es den Mausklick werten soll). Brauchbare Einstellungen sind:

Option "Emulate3Buttons"

Option "Emulate3Timeout" "50"

Weitere Informationen zur Mauskonfiguration finden Sie im Dokument *Mouse Support in XFree86* auf der XFree86-Website.

Radmaus (IntelliMouse)

Wenn Sie eine Maus mit einem oder zwei Rädern besitzen, müssen Sie die oben beschriebenen Optionen `Buttons` und `ZAxisMapping` verwenden, damit XFree86 die Radbewegung auswertet und als Mausklicks an die X-Programme weitermeldet.

Zwar können alle X-Programme Ereignisse empfangen, in denen X mitteilt, dass soeben die Maustaste n gedrückt worden ist – aber nur relativ neue (KDE- und Gnome-) Programme können mit dieser Information für $n > 3$ etwas anfangen. Alle anderen X-Programme ignorieren dagegen die Ereignisse, die beim Drehen des Mauseis an sie gesendet werden.

Wenn Sie die Radmaus auch mit alten X-Programmen verwenden möchten, müssen Sie das Programm `imwheel` einsetzen. Dieses Programm verarbeitet die Maustastensignale für die Tasten 4 und 5 und wandelt diese in Tastatureingaben um (z. B. `Bild↑`), die dann bei den meisten Programmen ein Scrollen des Bildschirminhalts auslösen. (Beachten Sie aber, dass `imwheel` bei einigen neuen X-Programmen, die radmaus-kompatibel sind, Probleme verursachen kann. Sie können `imwheel` für diese Programme in der Konfigurationsdatei deaktivieren.)

`imwheel` wird je nach Distribution durch die Datei `/etc/imwheelrc` oder `/etc/X11/imwheelrc` gesteuert. Falls vorhanden, wird stattdessen die individuelle Datei `~/imwheelrc` verwendet.

In diesen Dateien können Sie angeben, welche Tastatureingaben bei welchen Programmen simuliert werden sollen. Auf diese Weise können Sie je nach Programm eine individuelle Reaktion auf das Drehen des Mauseis erzielen.

`imwheel` muss zusammen mit X gestartet werden. Dabei sollte die Option `-k` angegeben werden, damit eventuell schon laufende `imwheel`-Prozesse beendet werden.

Der Einsatz von `imwheel` hängt von Ihrer Distribution ab:

Red Hat: `imwheel` wird nicht mitgeliefert.

Mandrake: `imwheel` wird durch `/etc/X11/xinit.d/imwheel` automatisch beim X-Start ausgeführt (sofern das Paket installiert ist).

SuSE: `imwheel` wird zwar mitgeliefert, Sie müssen sich aber selbst um den Start kümmern. Dazu fügen Sie in die Datei `~/xinitrc` vor dem Start des Window Managers die Zeile `imwheel -k` ein:

```
# ~/xinitrc
...
imwheel -k
exec $WINDOWMANAGER
```

TIPP

Bei neueren `imwheel`-Versionen können Sie mit der Option `-b` angeben, welche Maustasten wie interpretiert werden sollen. Das ist vor allem bei exotischen Mäusen mit vielen Tasten praktisch. Die Defaulteinstellung lautet `-b 45678`. Das bedeutet, dass die Tasten 4 und 5 einem vertikalen Rad entsprechen, 6 und 7 einem horizontalen Rad, 8 einer Daumentaste (soweit vorhanden).

Wenn Sie noch eine ältere Version von `imwheel` besitzen, werden nur die Tasten 4 und 5 ausgewertet. In diesem Fall können Sie aber mit `xmodmap` eine andere Nummerierung einstellen. Bei einer Maus mit vier Tasten und einem Rad erreichen Sie beispielsweise mit `xmodmap -e "pointer = 1 2 3 5 6 4"`, dass das Rad, wie von `imwheel` verlangt, den Tasten 4 und 5 entspricht.

VERWEIS

Weitere Informationen zu `imwheel` finden Sie in einer `README`-Datei (siehe `rpm -qd imwheel`) bzw. in der `man`-Seite. Falls diese fehlt, können Sie die Informationen auch im Internet nachlesen:

<http://jonatkins.org/imwheel>

Verwendung der Maus

Texte mit der Maus kopieren und einfügen

In praktisch allen X-Programmen können Sie die Maus dazu verwenden, Textausschnitte zu kopieren und diese anschließend an einer anderen Stelle (oder in einem anderen Programm) wieder einzufügen. Das Markieren von Textausschnitten erfolgt bei gedrückter linker Maustaste. Der markierte Text wird dabei automatisch in einen Puffer kopiert. Sobald Sie die mittlere Maustaste drücken, wird der Text dort eingefügt, wo der aktive Eingabecursor steht.

Bei älteren X-Programmen können Sie mit der rechten Maustaste die Größe einer Textmarkierung verändern. Bei KDE- und Gnome-Programmen erscheint beim Drücken der rechten Maustaste dagegen meistens ein Kontextmenü.

Bedienung von Bildlaufleisten

Ältere X-Programme sind mit standardisierten Schiebebalken ausgestattet (beispielsweise `xterm` und `emacs`). Die Größe des grauen Schiebefelds gibt die relative Größe des sichtbaren Ausschnitts an. Während es beim Aussehen noch gewisse Ähnlichkeiten gibt, weicht die Bedienung stark von dem ab, was Sie möglicherweise von MS-Windows gewöhnt sind:

Die Schiebebalken werden mit der gedrückten mittleren (!) Maustaste verschoben. Das Drücken der linken Maustaste bewegt den Schiebebalken nach unten, das Drücken der rechten Maustaste bewegt ihn nach oben. Dabei gibt die aktuelle Position der Maus an, wie weit der Schiebebalken bewegt wird: Wenn die Maus im Schiebebalken ganz oben

steht, wird das Schiebefeld nur ein wenig bewegt (eine Zeile). Wenn die Maus dagegen ganz unten steht, wird das Schiebefeld eine ganze Seite weiterbewegt.

Bei neueren X-Programmen (insbesondere bei allen KDE- und Gnome-Programmen) können die Bildlaufleisten dagegen in gleicher Weise wie unter Windows verwendet werden (d. h. mit der linken Maustaste).

Eingabefokus

Bei einigen älteren X-Programmen (nicht bei KDE- oder Gnome-Programmen) kann bei Dialogen nur dann Text in Eingabefelder eingegeben werden, wenn sich die Maus über diesem Feld befindet. Der Eingabefokus hängt also nicht nur davon ab, welches Programm gerade aktiv ist, sondern auch davon, wo sich die Maus befindet.

12.7 X-Fonts

Die Verwaltung der Schriftarten unter X ist ein relativ komplexes Thema. Das hat nicht zuletzt historische Gründe:

- X konnte ursprünglich nur mit relativ wenig Typen von Font-Dateien umgehen.
- Es gab (und gibt noch immer) wenig frei verfügbare Fonts, die mit Linux-Distributionen ohne Lizenzzahlungen weitergegeben werden können.
- Manche X-Fonts sind nicht frei skalierbar, sondern stehen nur in bestimmten, vorgegebenen Größen zur Verfügung. Sie können zwar auch in anderen Größen angezeigt werden, wirken dann aber 'pixelig'.
- Die meisten X-Fonts sind nur für die Bildschirmdarstellung, nicht aber für den Druck vorgesehen. Daher ist es für X-Textverarbeitungsprogramme sehr schwierig, ein exaktes WYSIWYG (*what you see is what you get*) zu bieten. Sehr oft sieht der Ausdruck ganz anders aus als die Darstellung am Bildschirm, weil der für die Bildschirmdarstellung benutzte Font dem Drucker bzw. ghostscript nicht bekannt ist.

All diese Mängel haben dazu geführt, dass im Laufe der letzten Jahre sehr viele Erweiterungen am ursprünglichen X-Font-Konzept durchgeführt wurden. Damit hat sich die Situation für die Anwender natürlich etwas verbessert, aber es gibt auch viele verwirrende Aspekte:

- Manche Fonts stehen nur für bestimmte Zeichensätze zur Verfügung (z. B. ISO-Latin-1). Daher hängen die erzielten Ergebnisse oft auch davon ab, welchen Zeichensatz Sie eingestellt haben. X unterstützt an sich auch Unicode-Fonts (Zeichensatz ISO 10646-1), auf einem typischen Linux-System gibt es aber meistens nur ganz wenige Fonts in dieser Codierung. (Führen Sie das Kommando `xlsfonts '*10646*'` aus!)
- Für manche Schriftfamilien (z. B. Courier) stehen gleich mehrere Fonts zur Auswahl, die alle ein wenig unterschiedlich aussehen. Oft ist die Auswahl des am besten geeigneten Fonts schwierig.

- Generell ist die Benennung von Fonts unter X zwar sehr genau, aber auch sperrig. Ein typischer Font-Name ist etwa:

```
-adobe-new century schoolbook-bold-r-normal--8-80-75-75-p-56-iso8859-15
```

Die meisten modernen X-Programme (speziell KDE, Gnome) verbergen diese Details zum Glück vor den Anwendern. Den vollen Font-Namen müssen Sie nur bei der Konfiguration mancher alter X-Programme (z. B. `xterm`) angeben.

VERWEIS

Eine Erklärung, was ein Font (eine Schriftart) und was ein Zeichensatz ist, finden Sie auf Seite 191.

Die X-Font-Nomenklatur ist im Rahmen des Gimp-Textkommandos auf Seite 1152 beschrieben.

Auf der XFree86-Website (www.xfree86.com) ist auch die Font-Verwaltung sehr ausführlich dokumentiert. Werfen Sie einen Blick auf die Seite *Fonts in XFree86*!

X-Font-Verwaltung

Die Font-Dateien befinden sich üblicherweise in den Unterverzeichnissen zu `/usr/X11-R6/lib/X11/fonts`. Bei nicht skalierbaren Fonts gibt es für jede Größe und für jedes Attribut (z. B. *fett*, *kursiv*) eine eigene Datei. Bei skalierbaren Fonts reicht eine Datei für alle Größen aus.

Weiters stehen viele X-Fonts je nach Zeichensatz in getrennten Dateien zur Auswahl. Ein Font mit ISO-Latin-1-Codierung hat daher einen anderen Dateinamen als ein Font mit der Euro-kompatiblen ISO-Latin-15-Codierung. (Vereinzelt gibt es auch Fonts mit Unicode-Codierung.)

Jedes Font-Verzeichnis enthält außerdem die Datei `fonts.dir`, die für die Zuordnung der Dateien zu den X-internen Font-Namen zuständig ist. Wenn Sie neue Fonts installieren, reicht es nicht aus, diese in das richtige Verzeichnis zu kopieren. Sie müssen auch die Dateien mit den Verwaltungsinformationen aktualisieren. (Es gibt natürlich verschiedene Hilfsprogramme, die Sie dabei unterstützen.)

Eine Liste aller verfügbaren Fonts kann mit `xlsfonts` erstellt werden. Stattdessen können Sie auch das Programm `xfontsel` einsetzen, das ein wenig (aber nicht viel) übersichtlicher ist.

X-Font-Typen

X kommt mittlerweile mit ziemlich vielen unterschiedlichen Typen von Font-Dateien zu recht. Die folgende Liste beschreibt ganz kurz, welche Typen es gibt und wodurch sie sich auszeichnen. (Beachten Sie, dass nicht immer alle Fonts per Default auch installiert sind!)

- **75-dpi- und 100-dpi-Fonts (nicht skalierbar):** Bei diesen Fonts handelt es sich historisch gesehen um die ältesten Fonts, die seit vielen Jahren gleichsam integraler Bestandteil von X sind. Die Fonts stehen nur in bestimmten Größen für eine Bildschirmauflösung von 75 dpi und 100 dpi zur Verfügung. (Informationen zum dpi-Wert und dessen Veränderung folgen auf Seite 523.) Zu den standardmäßig mitgelieferten Font-Familien zählen unter anderem Charter, Courier, Helvetica, Lucida, New Century Schoolbook, Times und Utopia. Diese Fonts befinden sich üblicherweise in den folgenden Verzeichnissen:

```
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/100dpi
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/latin2/75dpi
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/latin2/100dpi
```

- **CID-Fonts (skalierbar):** Das Format der CID-Fonts wurde von Adobe entworfen, um Fonts für große Zeichensätze Platz sparend zu speichern. Jedem Zeichen ist eine *character ID* zugeordnet – daher der Name dieser Fonts. (Die meisten anderen Fonts sind intern als Tabelle organisiert. Das ist aber nur für Zeichensätze mit wenigen Zeichen effizient – etwa für die ISO-Latin-Zeichensätze mit jeweils 256 Zeichen.) X kommt mit CID-Fonts zurecht, unter Linux stehen aber leider meist keine derartigen Fonts zur Verfügung.
- **Type-1-Fonts (skalierbar):** Type-1 ist ein von der Firma Adobe definiertes Format für PostScript-Fonts. Ihr größter Vorteil besteht darin, dass sie auch zum Ausdruck geeignet sind (nicht nur zur Bildschirmanzeige). Unter Linux stehen üblicherweise die Familien Charter, Courier und Lucida zur Verfügung.

```
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/Type1
```

- **Speedo-Fonts (skalierbar):** Speedo ist der Name eines Font-Formats der Firma Bitstream. Unter Linux stehen üblicherweise Charter und Courier zur Verfügung.

```
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/Speedo
```

- **TrueType (skalierbar):** TrueType wurde gemeinsam von Microsoft und Apple als Alternative zum Adobe-Font-Format entwickelt. Der größte Vorteil (unter X) besteht darin, dass XFree86 seit Version 4 TrueType-Fonts mit so genanntem Anti-Aliasing darstellen kann (Details dazu folgen auf Seite 519). Leider werden mit Linux üblicherweise keine TrueType-Fonts mitgeliefert, offensichtlich, weil es keine brauchbaren Fonts gibt, die ohne Lizenzzahlungen verwendet werden können. Es ist allerdings ein Leichtes, selbst derartige Fonts zu installieren (siehe Seite 515).

```
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/truetype
```

- **URW-Fonts (skalierbar):** Die Firma URW hat für Ghostscript ein Paket skalierbarer PostScript-Standard-Fonts spendiert (AvantGarde, Bookman, Courier, Gothic, Helvetica, New Century Schoolbook, Palatino, Times, Symbol, ZapfChancery sowie ZapfDingbats). Intern handelt es sich dabei um Type-1-Fonts. Die Zeichensätze sehen ganz

ähnlich wie die Adobe-Originale aus. Sie können im Rahmen der GPL weitergegeben und damit auch außerhalb von GhostScript verwendet werden. Der übliche Installationsort lautet:

```
/usr/X11R6/lib/X11/fonts/URW
```

HINWEIS

Natürlich gibt es von Firmen wie Adobe, Bitstream etc. noch viel, viel mehr Fonts als die wenigen, die mit Linux normalerweise mitgeliefert werden! Das Problem besteht darin, dass diese Fonts im Regelfall nicht frei sind, sondern (wie jedes andere kommerzielle Produkt) bezahlt werden müssen. Die meisten mitgelieferten Fonts stehen auch nur deswegen zur Verfügung, weil sie von diesen Firmen – gleichsam als Spende – freigegeben wurden.

fonts.dir und fonts.scale: In jedem X-Font-Verzeichnis müssen sich die beiden Dateien `fonts.dir` und `fonts.scale` befinden. Diese Dateien enthalten Informationen über die Namen und (bei nicht-skalierbaren Fonts) die Größen der Fonts.

Zur Erzeugung von `fonts.scale` können Sie bei selbst installierten TrueType-Fonts das Kommando `ttmkfdir -o fonts.scale` einsetzen. Bei Type-1-Zeichensätzen hilft Ihnen das Perl-Script `typelinst` weiter. Dieses Programm finden Sie im Internet, z. B. unter:

```
ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/X11/xutils
```

`fonts.dir` kann mit dem Programm `mkfontdir` aus `fonts.scale` erzeugt werden. (Bei skalierbaren Zeichensätzen sind `fonts.dir` und `fonts.scale` identisch.)

VERWEIS

Tipps zur Anwendung von `ttmkfdir` und `mkfontdir` für Unicode-Zeichensätze finden Sie auf Seite 521. Eine Menge weiterer Informationen zu Font-Grundlagen gibt das Font-HOWTO.

Wenn Fonts unter X hässlich aussehen, finden Sie im Verlauf dieses Abschnitts noch zahlreiche Tipps zur Optimierung. Sollte alles nichts nützen, ist das *Font De-uglification*-Mini-HOWTO eine exzellente Quelle weiterer Tricks.

Konfiguration ohne Font-Server

Grundsätzlich gibt es zwei Verfahren, wie Fonts am Bildschirm dargestellt werden: Entweder kümmert sich der X-Server selbst um die Umwandlung der Font-Dateien in Bitmaps, die dann auf den Bildschirm gezeichnet werden, oder ein so genannter Font-Server (üblicherweise `xf86`) erledigt diese Arbeit. Per Default verwenden Mandrake und Red Hat zurzeit einen Font-Server, SuSE dagegen nicht. Fundamentale Vor- oder Nachteile, die für die eine oder andere Variante sprechen würden, gibt es seit XFree86 4.n keine mehr.

HINWEIS

Bei XFree86 3.n sah das noch anders aus: Ein Font-Server hatte da den Vorteil, dass einerseits TrueType-Fonts verwendet werden konnten (womit X damals überfordert war) und dass andererseits X während der Umwandlung von Fonts in Bitmaps nicht blockiert war.

VERWEIS

Dieser Abschnitt behandelt die Konfiguration von XF86Config für den Fall, dass kein eigener Font-Server zum Einsatz kommt. Details zur Font-Server-Konfiguration folgen im nächsten Abschnitt ab Seite 514.

Files-Abschnitt: Wenn Sie keinen Font-Server verwenden, müssen Sie im Files-Abschnitt von XF86Config die Pfade zu allen Font-Verzeichnissen angeben. Die folgenden Zeilen demonstrieren die Syntax:

```
Section "Files"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc:unscaled"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/local"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi:unscaled"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/100dpi:unscaled"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/Type1"
    ...
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi"
    FontPath  "/usr/X11R6/lib/X11/fonts/100dpi"
    ...
EndSection
```

Hierbei sind zwei Details wichtig:

- Die Reihenfolge der Verzeichnisse ist entscheidend. Oft wird X von einem Programm dazu aufgefordert, einen Text beispielsweise mit einem Font der Familie Courier in der Größe n auszugeben. Wenn es nun mehrere Fonts gibt, für die diese Beschreibung zutrifft, entscheidet sich der X-Server für den ersten Font gemäß der FontPath-Reihenfolge. Es ist daher wichtig, Verzeichnisse mit Fonts, die eine gute Darstellungsqualität aufweisen, zuerst anzugeben.
- Wenn nach der Pfadangabe die Ergänzung `:unscaled` angegeben wird, dann verwendet X den Font nur dann, wenn er genau in der angeforderten Größe zur Verfügung steht. `unscaled` gilt nur für Fonts, die nicht frei skalierbar sind.

Sie erreichen damit, dass X eher einen Font aus einem anderen Verzeichnis verwendet, bevor es die Größe eines nichtskalierbaren Fonts anpasst (was zu einer schlecht lesbaren, pixeligen Schrift führt).

Für Notfälle – d. h. wenn kein anderer passender Font gefunden wird – sollten Verzeichnisse mit unskalierbaren Fonts weiter unten in XF86Config nochmals ohne das Schlüsselwort `unscaled` angegeben werden. (Bevor ein Text gar nicht angezeigt werden kann, ist es immer noch besser, dass er mit einer pixeligen Schrift angezeigt wird.)

Module-Abschnitt: Per Default kann der X-Server nur mit den alten, nichtskalierbaren Fonts umgehen. Zur Darstellung der anderen Font-Typen sind Zusatzmodule erforderlich, die im Module-Abschnitt angegeben werden müssen.

```
Section "Module"
    Load "type1"      # Type-1-Fonts
    Load "speedo"      # Speedo-Fonts
    Load "freetype"    # TrueType-Fonts
    ...
EndSection
```

Zur Darstellung von TrueType-Fonts kennt X gleich zwei Module: das oben angeführte freetype-Modul und das xtt-Modul. Wenn Sie TrueType-Fonts verwenden möchten, müssen Sie *eines* dieser beiden Module angeben (nicht beide). Mehr Informationen zum Thema TrueType folgen auf Seite 515.

Konfiguration mit Font-Server

XF86Config: Wenn Sie mit einem Font-Server arbeiten, vereinfacht sich die Konfiguration in XF86Config erheblich. Statt der endlosen Liste von Font-Verzeichnissen geben Sie `unix/:7100` an. Das bedeutet, dass X über den TCP/IP-Port 7100 mit dem Font-Server kommuniziert.

```
Section "Files"
    FontPath "unix/:7100"
    ...
EndSection
```

Im Module-Abschnitt brauchen keine font-spezifischen Module angegeben werden.

Font-Server-Konfiguration: Die gesamte weitere Konfiguration betrifft den Font-Server. Die folgenden Informationen beziehen sich auf das bei Red Hat übliche Setup. Als Font-Server wird das Programm `xfs` verwendet. (Vereinzelt ist bei anderen Distributionen auch noch eine Alternative zu `xfs` im Einsatz, nämlich das Programm `xfstt`.)

Die `xfs`-Konfiguration erfolgt durch die Datei `/etc/X11/xfs/config` (bei Mandrake: `/etc/X11/fs/config`). Die folgenden Zeilen zeigen die wichtigsten Einstellungen in dieser Datei:

```
# /etc/X11/xfs/config
# maximal 10 Clients
client-limit = 10
# wenn mehr Clients eine Verbindung aufbauen,
# xfs neuerlich starten
clone-self = on
```

```
# Font-Verzeichnisse
catalogue = /usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc:unscaled,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi:unscaled,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/100dpi:unscaled,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/misc,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/Type1,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/Speedo,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/75dpi,
           /usr/X11R6/lib/X11/fonts/100dpi,
           /usr/share/fonts/default/Type1,
           /usr/share/fonts/ja/TrueType
# 12 Punkt Defaultgröße (in decipoints)
default-point-size = 120
# 75x75 bzw. 100x100 dpi Defaultbildschirmauflösung
# 100 x 100 and 75 x 75
default-resolutions = 75,75,100,100
# bei 16-Bit-Fonts nicht den gesamten Font, sondern
# nur bei Bedarf die benötigten Zeichen in Bitmaps
# umwandeln
deferglyphs = 16
```

Init-V-Prozess: Bevor X gestartet wird, muss sichergestellt werden, dass der Font-Server auch läuft. Wenn Sie X aus dem Runlevel 3 heraus manuell starten, müssen Sie deswegen vorher `xfs` starten:

```
root# /etc/init.d/xfs start
```

Wenn X dagegen automatisch gestartet wird (Runlevel 5), dann wird `xfs` vorher ebenfalls automatisch gestartet (`/etc/rc.d/rc5.d/S90xfs`).

Konfiguration verändern: Ein Vorteil bei der Verwendung eines Font-Servers besteht darin, dass Sie nicht X, sondern nur `xfs` neu starten müssen, wenn Sie Änderungen an der Konfiguration durchführen:

```
root# /etc/init.d/xfs restart
```

TrueType-Fonts

Wie bereits erwähnt, kommen sowohl X selbst (d. h. der XFree86-Server ab Version 4) als auch die aktuelle Version des Font-Servers `xfs` mit TrueType-Fonts zurecht. Bei X muss dazu entweder das Modul `freetype` oder das Modul `xtt` verwendet werden. Die beiden Module verwenden unterschiedliche Algorithmen, bieten aber im Wesentlichen dieselben Funktionen. Beide Module unterstützen Anti-Aliasing. In der XFree86-Dokumentation gibt es keine Informationen darüber, welchem der beiden Module der Vorzug zu geben wäre, und eigene Experimente haben keine sichtbaren Unterschiede ergeben. Allerdings habe ich bei Mandrake mit `freetype` reproduzierbare Abstürze erlebt, die nicht mehr aufgetreten sind, nachdem ich `xtt` umgestellt habe.

TrueType-Fonts haben gegenüber anderen Fonts mehrere Vorteile:

- Sie unterstützen per Default fast alle relevanten Zeichensätze (inklusive Unicode, auch wenn viele TrueType-Fonts nur die europäischen, nicht aber die asiatischen oder arabischen Zeichen enthalten).
- X kann TrueType-Fonts mit so genanntem Anti-Aliasing darstellen (andere Font-Typen zurzeit noch nicht).
- In KDE-Programmen (ab KDE-Version 2.1 bzw. QT-Version 2.3) funktioniert der Ausdruck von TrueType-Schriften weitgehend problemlos. (Das gilt auch für Type-1-Fonts.)

Leider werden bei den meisten Linux-Distributionen zurzeit aus lizenzrechtlichen Gründen keine TrueType-Fonts mitgeliefert. Wenn Sie also auf Ihrem System TrueType-Fonts nutzen möchten, müssen Sie zuerst derartige Fonts installieren. Die beste Quelle für kostenlose und qualitativ hochwertige TrueType-Fonts ist überraschenderweise ausgerechnet Microsoft. Auf der folgenden Website befinden sich TrueType-Fonts zum kostenlosen Download. Die Fonts sollen es allen Anwendern ermöglichen, Webseiten, in denen Microsoft-Fonts eingesetzt werden, in optimaler Qualität zu betrachten. (Die Fonts sind zwar kostenlos verfügbar, die kommerzielle Weitergabe ist aber untersagt!)

<http://www.microsoft.com/typography/free.htm>

<http://www.microsoft.com/typography/fontpack/default.htm>

Automatische Installation der Microsoft-Internet-TrueType-Fonts: Die Installation dieser Fonts unter Linux ist insofern schwierig, als die Fonts in *.exe-Dateien verpackt sind, die natürlich nur unter Windows ausgeführt werden können. Es gibt folgende Installationsmöglichkeiten:

- Sie installieren die Fonts unter Windows und kopieren anschließend die Font-Dateien in ein Linux-Verzeichnis für TrueType-Fonts. (Dabei sollten Sie aus lizenzrechtlichen Gründen allerdings darauf achten, dass Sie nur die frisch installierten Fonts kopieren.)
- Sie verwenden das Linux-Programm `cabextract` zur Extraktion der Font-Dateien aus den Microsoft-Archiven und ersparen sich den Umweg über Windows. Falls das Programm bei Ihrer Linux-Distribution noch nicht zur Verfügung steht, finden Sie es unter:

<http://www.kyz.uklinux.net/cabextract.php3>

- Die komfortabelste Variante besteht darin, entweder das Script `webFonts.sh` oder `fetchmsttfonts` (SuSE, Paket `xf86tools`) einzusetzen. Beide Scripts automatisieren den Download der Fonts und deren Installation in ein Linux-Verzeichnis. `webFonts.sh` setzt voraus, dass das oben erwähnte Programm `cabextract` installiert ist. Sie finden `webFonts.sh` unter:

<http://freshmeat.net/projects/webfonts4linux/>

<http://gongolo.usr.dsi.unimi.it/~vigna/webFonts4Linux/>

Die folgenden Zeilen zeigen das gekürzte Protokoll von `fetchmsttfonts`:

```
root# fetchmsttfonts
note: No proxy is used. Please set the environment variable
      "http_proxy" to your favorite proxy, if you want to use
      a proxy for the download. By continuing with this program
      you log on to the Microsoft(c)-Webserver. Accepting the
      following Terms and conditions results in a contract between
      the user and Microsoft(c). ... Q
Continue? [yes/NO] yes
Do you accept all of the terms of EULA ? [yes/NO] yes
andale32.exe:
arial32.exe:
...
  Fetching    ... done
  Extracting  ... done
Creating fonts.scale ... done
Creating fonts.dir ... done
```

Nach einem Neustart von X stehen Ihnen die folgenden Schriften zur Verfügung: Andale Mono, Arial Black, Arial, Comic Sans MS, Courier New, Georgia, Impact, Times New Roman, Trebuchet, Verdana und Webdings.

TIPP

Das Herunterladen der Font-Dateien vom Microsoft-Server dauert bisweilen ziemlich lange. Die Dateien sind zwar nur einige MByte groß, aber die Verbindung zum Microsoft-Server ist nicht immer die beste. Wenn Sie Download-Probleme haben, versuchen Sie es am besten früh am Morgen oder am Wochenende.

Manuelle Installation von TrueType-Fonts: Die manuelle Installation von TrueType-Fonts in ein Verzeichnis ist nicht schwierig. Sie kopieren dazu einfach die `*.ttf`-Dateien in dieses Verzeichnis. Die Dateinamen sollten generell nur Kleinbuchstaben enthalten – benennen Sie die Namen gegebenenfalls um. Dann führen Sie im Verzeichnis die beiden folgenden Kommandos zur Erstellung der Dateien `fonts.scale` und `fonts.dir` aus. Die Dateien enthalten Verwaltungsinformationen für X bzw. `xf86`.

```
root# ttmkfdir -o fonts.scale
root# mkfontdir
```

VERWEIS

Wenn Sie die TrueType-Fonts auch mit dem Unicode-Zeichensatz verwenden möchten, muss `fonts.scale` vor dem Aufruf von `mkfontdir` verändert werden – siehe Seite 521.

TIPP

Wenn Sie mit einer aktuellen Version des Font-Servers `xf86` arbeiten (z. B. bei Red Hat 7.1 und 7.2), kümmert sich dessen Init-Script selbst um die Erstellung der `fonts.*`-Dateien. In diesem Fall können Sie auf das manuelle Erstellen der Dateien verzichten. Es reicht also aus, die `*.ttf`-Dateien in ein dafür vorgesehenes Verzeichnis zu kopieren und `xf86` anschließend neu zu starten.

Jetzt müssen Sie nur noch sicherstellen, dass das Font-Verzeichnis in der Datei `XF86Config` bzw. in der `xf86`-Konfigurationsdatei angegeben ist. Sobald Sie `X` bzw. `xf86` neu starten, stehen die Fonts unter `X` zur Verfügung.

TIPP

Wenn Sie mit Mandrake Linux arbeiten, steht Ihnen mit `drakfont` ein komfortables Programm zur Installation von TrueType-Fonts zur Verfügung (siehe Abbildung 12.2). Mit dem Programm können Sie wahlweise TrueType-Font-Dateien aus einem beliebigen Verzeichnis installieren (ADD FONTS) oder die unter Windows verfügbaren Fonts installieren (GET WINDOWS FONTS). Das funktioniert allerdings nur, wenn sich Windows in einer FAT-Partition befindet, die gerade in das Dateisystem eingebunden ist. Wenn es Probleme gibt, verwenden Sie einfach ADD FONTS und geben das Verzeichnis selbst an.

Die Fonts werden in das Verzeichnis `/usr/X11R6/lib/X11/fonts/drakfont` kopiert. Dort wird auch die Datei `fonts.dir` angelegt (Unicode-kompatibel).



Abbildung 12.2: Mandrake-Font-Verwaltung

TIPP

Eine Sammlung frei verfügbarer TrueType-Fonts finden Sie unter:
<http://www.ccss.de/slovo/unifonts.htm>

Nutzung der Windows-TrueType-Fonts: Falls Sie außer Linux auch Windows auf Ihrem Rechner installiert haben, besitzen Sie bereits eine Menge TrueType-Fonts. Die Font-Dateien werden während der Windows-Installation auf Ihre Festplatte kopiert. Sie be-

finden sich im Verzeichnis `windows/fonts` und haben die Endung `*.ttf`. Allerdings sehen die Windows-Lizenzvereinbarungen nicht vor, dass diese Dateien (zumindest sofern sie von der Windows-Installation herkommen) an einen anderen Ort kopiert werden dürfen, also z. B. in das Linux-truetype-Verzeichnis. (Das Mandrake-Programm `drakfont` setzt sich darüber einfach hinweg.)

Rechtlich unbedenklicher ist es, die Dateien dort zu lassen, wo sie sind. Um die Dateien dennoch unter Linux nutzen zu können, führen Sie einfach die Kommandos `ttmkfdir` und `mkfontdir` innerhalb des Windows-Verzeichnisses aus, stellen `/etc/fstab` so ein, dass die Windows-Partition bei jedem Systemstart automatisch in das Verzeichnissystem eingebunden wird, und ergänzen `XF86Config` oder die `xf86`-Konfigurationsdatei um den Pfad zum Windows-Fonts-Verzeichnis.

Wenn Sie mit Windows NT/2000/XP arbeiten, können Sie die Windows-Partition nur Read-Only in den Verzeichnisbaum einbinden. Die Kommandos `ttmkfdir` und `mkfontdir` können deswegen nicht direkt ausgeführt werden. Kopieren Sie also die Font-Dateien vorübergehend in ein Linux-Verzeichnis, führen Sie die beiden Kommandos dort aus, und kopieren Sie schließlich die resultierende Font-Datei auf eine Diskette, die Sie dann unter Windows in das Windows-Font-Verzeichnis übertragen.

Anti-Aliasing

Der wohl größte Vorteil von TrueType-Fonts unter X besteht darin, dass es sich zurzeit um das einzige Font-Format handelt, das mit Anti-Aliasing (kurz AA) dargestellt werden kann. Das bedeutet, dass die Buchstabenränder durch Pixel in Graustufen gezeichnet werden. Die einzelnen Buchstaben wirken dadurch weniger pixelig und sehen schärfer aus (obwohl genau genommen – zumindest bei kleinen Textgrößen – genau das Gegenteil der Fall ist).

Damit Sie das Anti-Aliasing nutzen können, müssen eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein:

- Sie benötigen XFree86 4.*n* (mindestens Version 4.01).
- Der eingesetzte Treiber für Ihre Grafikkarte muss die so genannte Render-Extension unterstützen. Das ist mittlerweile bei fast allen Treibern der Fall. (Sie können das leicht mit `xdpyinfo | grep RENDER` überprüfen.)
- Wenn X die Fonts selbst darstellt, muss in `XF86Config` eines der beiden folgenden Module aktiviert werden: `xtt` oder `freetype`.

Wenn Sie dagegen mit dem zu XFree86 gehörenden Font-Server `xf86` arbeiten, ist keine besondere Einstellung in der Konfigurationsdatei erforderlich.

- Sie benötigen TrueType-Fonts. Als Startpunkt sind die Microsoft-Internet-Fonts optimal geeignet (siehe oben). Diese Fonts müssen in ein Verzeichnis installiert werden. Dieses Verzeichnis muss für X bzw. `xf86` zugänglich sein.
- Unter X müssen ausreichend Farben zur Verfügung stehen (mindestens 16 Bit Farbtiefe).

- Sie benötigen Programme, die mit Anti-Aliasing-Fonts umgehen können (z. B. das komplette KDE 2.2-Paket). Gnome war noch nicht AA-tauglich, als dieser Text geschrieben wurde, es ist aber zu vermuten, dass sich das bald ändern wird.

Wenn all diese Voraussetzungen erfüllt sind, sind keine weiteren Konfigurationsarbeiten erforderlich!

Anti-Aliasing und KDE: Damit KDE grundsätzlich Anti-Aliasing nutzt, muss im Kontrollzentrum, Dialogblatt `ERSCHEINUNGSBILD|STIL` die Option `ANTI-ALIASING` aktiviert werden. Damit die Einstellung gültig wird, muss KDE neu gestartet werden.

AA gilt natürlich auch unter KDE nur für TrueType-Fonts (nicht für die anderen zur Auswahl stehenden Fonts). Damit Sie also in den Genuss von AA kommen, müssen Sie im Kontrollzentrum (`ERSCHEINUNGSBILD|SCHRIFT`) die Fonts für Menüs, Fenstertitel etc. neu einstellen. Verwenden Sie dabei die Namen von TrueType-Fonts, z. B. Arial (sieht so ähnlich wie Helvetica aus), Andale (wie Courier), Times New Roman (wie Roman) etc. Diese Einstellungen werden sofort für fast alle KDE-Programme gültig.

Eine Sonderrolle nimmt Konqueror ein: Hier müssen Sie die Default-Fonts einstellen, die immer dann eingesetzt werden, wenn auf einer Webseite kein spezieller Font angegeben ist. Dazu führen Sie das Kommando `EINSTELLUNGEN|KONQUEROR EINRICHTEN` aus und klicken sich zum Dialog `KONQUEROR BROWSER|ERSCHEINUNGSBILD` weiter.

HINWEIS

AA hat nicht nur Vorteile! Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dass viele KDE-Programme (z. B. `konsole`) beim Scrollen spürbar langsamer werden.

Anti-Aliasing testen: Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob das Anti-Aliasing tatsächlich funktioniert, verwenden Sie einfach das Program `xmag`, um einen Bildschirmausschnitt zu vergrößern. Ob das AA aktiv ist, erkennen Sie sofort an den grauen Punkten entlang von Buchstabenrundungen (siehe Abbildung 12.3).

Anti-Aliasing optimieren

Die Anti-Aliasing-Funktionen werden durch die Datei `/usr/X11R6/lib/X11/Xft-Config` gesteuert. (Oft handelt es sich bei dieser Datei um einen Link auf eine gleichnamige Datei im Verzeichnis `/etc/X11`.) Individuelle Ergänzungen können in `~/xft-config` durchgeführt werden.

AA für kleine Fonts deaktivieren: Generell ist das Anti-Aliasing bei der Darstellung großer Texte eine echte Verbesserung. Bei kleinen Schriften wirken die Texte dagegen eher unscharf. Wenn Sie AA bei kleinen Fonts abstellen möchten, fügen Sie die folgenden Zeilen in `XftConfig` bzw. in `.xftconfig` ein:

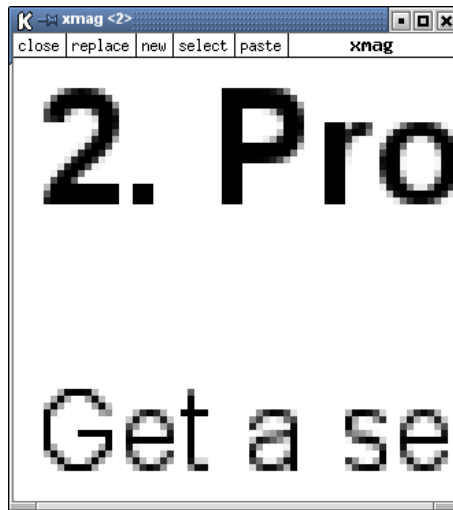


Abbildung 12.3: Anti-Aliasing

```
# Ergänzung in /usr/X11R6/lib/X11/XftConfig
# oder in ~/.xftconfig
match
    any size > 1
    any size < 14
edit
    antialias = false;
```

AA für LCDs: Wenn Sie mit einem Notebook oder mit einem LCD-Monitor arbeiten, können Sie die Darstellungsqualität durch die folgende Einstellung verbessern:

```
match edit rgba = rgb;
```

VERWEIS

Detaillierte Informationen zum Aufbau der `xftconfig`-Dateien und zu den zahlreichen Konfigurationsmöglichkeiten finden Sie im folgenden Dokument:

<http://www.dexterslabs.com/danny/xft.html>

Unicode

X ist grundsätzlich Unicode-kompatibel. Allerdings stehen normalerweise nur sehr wenige Fonts in Unicode-Codierung zur Verfügung. Ein weiteres Problem besteht darin, dass nur wenige X-Anwendungsprogramme mit Unicode-Texten umgehen können.

Eine Liste der auf Ihrem System zur Verfügung stehenden Unicode-Fonts können Sie mit dem folgenden Kommando erstellen. Unter anderem wird das Kommando alle TrueType-Fonts auflisten.

```
user$ xlsfonts '*iso10646-1*'
```

Beachten Sie aber, dass die Tatsache, dass ein Font in Unicode-Codierung vorliegt, noch keine Aussage darüber zulässt, wie viele Zeichen darin enthalten sind. Es gibt momentan kaum komplette Unicode-Fonts (schon gar nicht kostenlos); außerdem wären derartige Fonts riesig und für den Alltagsgebrauch ungeeignet. Viele TrueType-Fonts enthalten aber immerhin alle ISO-Latin-Zeichen.

Einen guten Startpunkt zum Experimentieren mit Unicode bieten die folgenden Fonts:

```
-gnu-unifont-medium-r-normal--16-160-75-75-c-80-iso10646-1-
-misc-fixed-medium-r-normal--20-200-75-75-c-100-iso10646-1
```

Installation von TrueType-Fonts: Wie bereits erwähnt, sind TrueType-Fonts prinzipiell Unicode-kompatibel, d. h. sie enthalten die notwendigen Informationen darüber, welches Zeichen des Fonts welchem Unicode-Zeichen zuzuordnen ist.

Wenn Sie selbst TrueType-Fonts installieren und die `fonts.scale`-Datei mit `ttmkfdir` erzeugen, tritt allerdings ein Problem auf: `fonts.scale` enthält zwar Informationen über alle möglichen Zeichensätze, nicht aber über den Unicode-Zeichensatz. X erkennt aber nicht, dass die TrueType-Fonts auch für den Unicode-Zeichensatz verwendet werden können. Ein Ausschnitt aus `fonts.scale` für einen bestimmten Font sieht beispielsweise so aus:

```
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-ascii-0
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-koi8-ru
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-koi8-r
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-fcd8859-15
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-15
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-10
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-9
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-7
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-5
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-4
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-3
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-2
andalemo.ttf -monotype-Andale Mono-medium-r-normal--0-0-0-0-m-0-iso8859-1
```

Damit ist klar, dass dieser Font entsprechend den Zeichensätzen ASCII-0, ISO-Latin-1, -2, -3 etc. verwendet werden kann. Unicode (also `iso10646-1`) fehlt. Sie könnten nun `fonts.scale` in einen Editor laden und bei jedem Font eine zusätzliche Zeile mit `iso10646-1` hinzufügen. Außerdem müssten Sie die erste Zeile der Datei korrigieren, die die Anzahl der Deklarationen enthält. All das ist aber ziemlich mühsam. Deutlich bequemer ist es, einen nicht (oder nur selten) benötigten Zeichensatz durch `iso10646-1` zu ersetzen. Das können Sie mit jedem Editor oder mit dem Kommando `sed` erledigen. Anschließend müssen Sie auf der Basis der neuen `fonts.scale`-Datei `mkfontdir` ausführen.

Die folgenden Kommandos zeigen eine vollständige Kommandosequenz zur Erzeugung von Unicode-tauglichen `fonts`-Dateien. Dabei wird der Zeichensatz `ascii-0` durch `iso10646-1` ersetzt, wobei eine temporäre Datei zu Hilfe genommen wird:

```
root# ttmkfdir -o fonts.scale
root# sed s/ascii-0/iso10646-1/ < fonts.scale > tmp
root# mv tmp fonts.scale
root# mkfontdir
```

Tipps zur Anwendung von Unicode-Programmen finden Sie hier:

Yudit (Unicode-Editor): Seite 197

xterm: Seite 536

KDE-Programme: Seite 560

Eine Grundvoraussetzung bei der Verwendung all dieser Programme besteht darin, dass Sie die Programme so konfigurieren, dass diese Unicode-Fonts nutzen!

DPI-Einstellung

DPI steht für *Dots per Inch* und gibt die Bildschirmauflösung an. Dazu gleich ein Beispiel: Wenn Ihre genutzte Bildschirmbreite 36 cm (19-Zoll-Monitor) und die horizontale Auflösung 1280 Pixel beträgt, dann werden pro Inch ca. 91 Pixel dargestellt ($1280/36 * 2.54$).

Welche Rolle spielt nun der DPI-Wert? Damit Text am Bildschirm unabhängig von der Bildschirmgröße und der Grafikauflösung gut gelesen werden kann, sollten je nach DPI-Wert unterschiedlich große Zeichensätze verwendet werden. Wenn Sie etwa Ihren 17-Zoll-Monitor mit 1280*1024 Pixel betreiben, muss der Buchstabe 'A' aus viel mehr Pixeln zusammengesetzt werden, damit er so groß erscheint wie ein 'A' auf einem 19-Zoll-Monitor bei einer Auflösung von 800*600 Pixel. Mit anderen Worten: Wenn das X Window System und die darin verwendeten Programme den korrekten DPI-Wert kennen und auswerten, kommt es nicht vor, dass Schriften mal unleserlich klein und mal unnötig klobig erscheinen.

Damit X den richtigen DPI-Wert ausrechnen kann, muss es wissen, wie groß der Monitor ist. Diese Information können Sie mit dem Schlüsselwort `DisplaySize` im `Monitor`-Abschnitt angeben. Ohne diese Angabe verwendet XFree86 eine Defaulteinstellung von 75 DPI.

Allzu wichtig ist der DPI-Wert allerdings (leider) nicht: Die meisten X-Programme ignorieren die DPI-Information und bieten stattdessen eigene Konfigurationsmöglichkeiten, um die gewünschte Größe von Fonts einzustellen.

12.8 X-Ressourcen

Ressourcen stellen eine Besonderheit des X-Systems dar. Sie ermöglichen es, die Eigenschaften der meisten X-Programme einzustellen – von der Hintergrundfarbe eines `xterm`-Fensters bis hin zur Schriftart im Emacs. X-Ressourcen spielen insofern eine eher

untergeordnete Rolle, weil sie nur für herkömmliche X-Programme gelten (z. B. `xterm`, `ghostview` etc.). Die meisten modernen X-Programme – und insbesondere alle KDE- und Gnome-Programme – sehen jeweils andere, benutzerfreundlichere Konfigurationsmechanismen vor.

Grundlagen

Damit Sie das Konzept der Ressourcendateien verstehen, ist ein kleiner Ausflug in die Interna des X-Systems erforderlich. Herkömmliche X-Programme sind aus so genannten Widgets zusammengesetzt. Widgets sind grafische Steuerelemente für bestimmte Aufgaben. Es existieren beispielsweise Widgets für Textfelder, für Buttons etc. Widgets haben bestimmte Merkmale – beispielsweise `font` für den Zeichensatz, `background` für die Hintergrundfarbe etc. Widgets können hierarchisch verschachtelt werden – d. h. in einem Rahmen-Widget für ein Menü können sich mehrere Button-Widgets für die einzelnen Menükommandos befinden.

Die vollständige Bezeichnung eines Details eines X-Programms – etwa der Hintergrundfarbe des VT100-Widgets des `xterm`-Programms – ergibt sich einfach aus der Zusammensetzung aller Komponenten. Die Komponenten werden durch Punkte verbunden. Um die Hintergrundfarbe auf Weiß zu setzen, ist in der Ressourcendatei die folgende Zeile erforderlich:

```
xterm.vt100.background: white
```

Dieses Konzept wird in den meisten X-Programmen durch zusätzliche private Ressourcen erweitert. Aus diesem Grund lassen sich nicht nur die Eigenschaften von Widgets verändern, sondern auch viele globale Einstellungen. (Dieser Unterschied ist insofern interessant, als die Einstellung der Widget-Eigenschaften automatisch funktioniert, ohne dass im X-Programm dazu eine einzige Zeile Code erforderlich ist. Aus diesem Grund sind in den man-Texten von X-Programmen oft nur die programmspezifischen Erweiterungen dieses Ressourcenkonzepts beschrieben.) Die folgende Zeile ist ein typisches Beispiel für eine programmspezifische Ressourceneinstellung (hier für den Terminalemulator `seyon`):

```
Seyon.hangupBeforeDial: off
```

Noch ein Detail der Ressourceneinstellung ist erwähnenswert: Bei der Bildung der Namen darf das Jokerzeichen `*` verwendet werden. Das Zeichen hat dieselbe Bedeutung wie bei Dateinamen, es erstreckt sich aber auch über mehrere Komponenten von Ressourcennamen. Beispielsweise bewirkt die erste der beiden folgenden Zeilen, dass *alle* Hintergrundflächen beliebiger Programme und Widgets gelb eingefärbt werden! Ausgenommen sind nur die Widgets, für die explizit eine andere Farbe eingestellt wurde. Die zweite Zeile färbt alle Widgets des `seyon`-Programms blau:

```
*background: yellow  
seyon*background: blue
```


Ressourcendateien

Ressourcendateien können an verschiedenen Orten im Verzeichnisbaum gespeichert werden. Automatisch erkannt werden diese Dateien je nach Distribution an den folgenden Stellen. Dabei haben die Einstellungen in den weiter unten angegebenen Dateien Vorrang:

Orte von X-Ressourcendateien

Globale Defaulteinstellungen für ein bestimmtes Programm:
`/usr/X11R6/lib/X11/app-defaults/progname`

Lokale Einstellungen des jeweiligen Anwenders:
`~/.Xdefaults` oder
`~/.Xresources`

Die `Xresources`-Dateien werden nur einmal beim Start von X eingelesen. Wenn Sie anschließend Änderungen durchführen, müssen Sie die Ressourcendatei mit dem Kommando `xrdb` neu einlesen. Und auch dann gelten die geänderten Einstellungen nur für neu gestartete Programme (nicht für laufende Programme).

Wenn Sie unter KDE arbeiten, können Sie im Kontrollzentrum im Dialogblatt **ERSCHEINUNGSBILD|STIL** die folgende Option anklicken: **SCHRIFTARTEN UND FARBEN AUF NICHT KDE-PROGRAMME ANWENDEN**.

Wenn diese Option aktiv ist, ruft KDE während des Starts das Kommando `xrdb` auf und verändert für eine Reihe von X-Programmen jene Ressourceneinstellungen, die Farben oder Fonts betreffen. Dabei greift KDE auf Ressourcenmasken zurück, in denen es nur noch einzelne Parameter zu ersetzen braucht. Diese Masken befinden sich je nach Distribution in einem der beiden folgenden Verzeichnisse:

`/usr/share/apps/kdisplay/app-defaults`
`/opt/kde2/share/apps/kdisplay/app-defaults/`

Wenn Sie also beispielsweise in `~/.Xdefaults` die Hintergrundfarbe für `xterm` auf Grün stellen, `xterm` aber weiterhin mit weißem Hintergrund gestartet wird, dann liegt dies vermutlich an KDE!

VERWEIS

Detailinformationen zu den zulässigen Ressourceneinstellungen finden Sie in den man-Texten zum jeweiligen Programm. Das grundsätzliche Konzept von Ressourcen ist in den man-Texten zu X und zu `xrdb` beschrieben.

12.9 Interna des X-Starts (xdm/kdm/gdm, Window Manager)

Auf Seite 478 habe ich kurz beschrieben, dass es zwei Möglichkeiten gibt, X zu starten: manuell mit dem Kommando `startx` oder im Rahmen des Init-V-Prozesses durch einen X Display-Manager (z. B. `xdm`, `kdm` oder `gdm`). Dieser Abschnitt geht ausführlich darauf ein, was während des X-Startprozesses wirklich passiert, welche Script-Dateien ausgeführt werden, welche Konfigurationsdateien berücksichtigt werden und wie es dazu kommt, dass schließlich KDE, Gnome oder ein Window Manager erscheint. Da mittlerweile fast alle Distributionen einen Display-Manager per Default einrichten, beschäftigt sich dieser Abschnitt überwiegend mit dieser Variante.

Ähnlich wie beim Init-V-Prozess sind auch beim X-Startprozess viele Details distributionsabhängig. Im Folgenden finden Sie daher zuerst einen allgemeinen Abriss des X-Startprozesses und dann einige distributionspezifische Details.

X-Start mit einem Display-Manager

Sowohl für den Start von X als auch für das Benutzer-Login und den anschließenden Start von KDE, Gnome oder eines Window Manager ist ein so genannter Display-Manager zuständig. Wie so oft gibt es unter Linux nicht einen Display-Manager, sondern eine ganze Reihe. Der Urvater ist gewissermaßen der zu X gehörige `xdm`, populärer sind aber mittlerweile die dazu weitgehend kompatiblen KDE- und Gnome-Varianten `kdm` und `gdm`.

Start des Display-Managers: Der Display-Manager wird durch den Init-V-Prozess gestartet, und zwar nur beim Runlevel 5. Welcher Display-Manager verwendet wird, lässt sich konfigurieren (wobei die Details distributionsabhängig sind). Der weitere Verlauf des X-Starts ist aber zum Glück vom eingesetzten Display-Manager weitgehend unabhängig.

Start des X-Servers: Der Display-Manager startet als Erstes den X-Server (also das Programm `/usr/X11R6/bin/X`).

Konfiguration des Display-Managers: Zum Display-Manager gehören zahlreiche Konfigurations- und Script-Dateien. Sozusagen als zentrale Referenz, wo sich diese Dateien befinden, dient die Datei `xdm-config`. Diese befindet sich eigentlich im Verzeichnis `/usr/X11R6/lib/X11/xdm`, bei allen Distributionen ist die Datei aber durch Links nach `/etc/X11/xdm` verlegt worden.

Login-Box: Der Display-Manager zeigt nun eine Login-Box an. Deren Aussehen kann je nach Display-Manager konfiguriert werden (siehe ab Seite 532).

Bei `kdm` und `gdm` kann beim Login der Name des gewünschten Desktops bzw. Window Managers angegeben werden. Dieser Name wird als Parameter an `Xsession` übergeben.

Xsession: Nach dem Login wird das Script `Xsession` ausgeführt. Dessen Ort ist in `xdm-config` festgelegt. `Xsession` kümmert sich darum, dass

- globale und lokale Änderungen am Tastaturlayout durchgeführt werden (`xmodmap`, `setxkbmap`),
- globale und lokale X-Ressourcendateien gelesen werden (`.Xdefaults`, `.Xresources`),
- alle Script-Dateien in einem Verzeichnis (z. B. `/etc/X11/xinit.d`) ausgeführt werden und schließlich
- der richtige Desktop oder Window Manager gestartet wird.

Je nach Konfiguration kann es auch sein, dass einige der hier beschriebenen Aufgaben von benutzerspezifischen Scripts (`~/.xinitrc` oder `~/.xsession`) übernommen werden. `Xsession` überprüft, ob derartige Scripts existieren, und verzweigt dann gegebenenfalls dorthin. (In Wirklichkeit hat der `Xsession`-Startprozess noch mehr Optionen und Verästelungen, als in diesem Abschnitt beschrieben werden.)

Logging: Fehler im Startprozess werden in einer Logging-Datei im Verzeichnis `/var/log` protokolliert. Der Dateiname ist von der Distribution abhängig (`xdm.errors` oder `xdm-error.log`).

HINWEIS

Die meisten Konfigurations- und Scriptdateien befinden sich per Default eigentlich im Verzeichnis `/usr/X11R6/lib/X11`. Allerdings richten die meisten Distributionen von dort Links auf das Verzeichnis `/etc/X11` ein, sodass sich die X-Konfigurationsdateien am selben Ort wie die meisten anderen Konfigurationsdateien befinden.

Red-Hat-Besonderheiten

Start des Display-Managers: Der Display-Manager wird durch die folgende Zeile in `/etc/inittab` gestartet. Das Schlüsselwort `respawn` bewirkt, dass der Display-Manager automatisch neu gestartet wird, wenn der Prozess endet:

```
# in /etc/inittab
x:5:respawn:/etc/X11/prefdm -nodaemon
```

Auswahl des Display-Managers: Das Script `/etc/X11/prefdm` startet den Display-Manager. Dabei wird die in der Datei `/etc/sysconfig/desktop` eingestellte Variable `DESKTOP` ausgewertet:

```
DESKTOP=AnotherLevel → xdm
DESKTOP=KDE → kdm
DESKTOP=GNOME → gdm (Default)
```

Auto-Login: Red Hat 7.1 sieht die Möglichkeit vor, dass beim Start von X automatisch ein Login für einen bestimmten Benutzer erfolgt. Das ist gerade im Privatbereich, wo es häufig nur einen Benutzer gibt, komfortabel. (Bei Red Hat 7.2 ist diese Funktion übrigens verschwunden.)

Damit der Auto-Login funktioniert, muss das Paket `autologin` installiert sein. Die Funktion wird durch die Datei `/etc/sysconfig/autologin` gesteuert:

```
# /etc/sysconfig/autologin
AUTOLOGIN=yes
EXEC=/usr/X11R6/bin/startx
USER=kofler
```

Wenn diese Konfigurationsdatei existiert, ruft das Script `/etc/X11/prefdm` das Programm `/usr/sbin/autologin` auf. In diesem Fall startet nicht der Display-Manager den X-Server, sondern `startx`.

Start des X-Servers: `/usr/X11R6/bin/X` zeigt auf `/usr/X11R6/bin/Xwrapper`. Dieses Programm überprüft die Kommandoparameter und startet dann den X-Server (XFree86 für XFree 4.n). Der Sinn von `Xwrapper` besteht darin, mögliche Sicherheitsprobleme beim Start von X zu minimieren.

Xsession: Das Script befindet sich im Verzeichnis `/etc/X11/xdm`. Zuerst werden einige Ressourcen- und Tastaturkonfigurationsdateien (in dieser Reihenfolge) eingelesen, soweit diese existieren. Nur die mit `*` markierte Datei ist bei Red Hat standardmäßig vorhanden, und auch sie ist leer.

```
/etc/X11/Xresources
~/.Xresources
* /etc/X11/Xmodmap
~/.Xmodmap
/etc/X11/Xkbmap
~/.Xkbmap
```

Dann werden alle Scripts in `/etc/X11/xinit/xinitrc.d/` ausgeführt. Dort befindet sich als einzige Datei `xinput`, die für die Definition einer *X Input Method* (XIM) zuständig ist. XIM ermöglicht bei entsprechender Konfiguration die Eingabe asiatischer Zeichen.

Zuletzt geht es darum, den richtigen Desktop oder Window Manager zu starten. Wenn durch `kdm` oder `gdm` ein entsprechender Parameter übergeben wurde, führt `Xsession` eines der folgenden Kommandos aus:

```
failsafe: exec xterm
gnome:    exec gnome-session
kde:      exec /usr/share/apps/switchdesk/Xclients.kde
           (Xclients.kde enthält exec startkde)
```

Wenn kein Parameter übergeben wird, führt `Xsession` eines der folgenden Kommandos aus (je nachdem, welche der Dateien existiert):

```
exec ~/.xsession
exec ~/.Xclients
exec /etc/X11/xinit/Xclients
```

Falls Sie mit dem Red-Hat-spezifischen Tool `switchdesk` einen Default-Desktop definiert haben, existieren die Dateien `~/.Xclients` und `~/.Xclients-default`, die den Start des jeweiligen Desktop bewirken. Andernfalls startet `/etc/X11/xinit/Xclients` den durch `/etc/sysconfig/desktop` festgelegten Desktop.

Mandrake-Besonderheiten

Mandrake verwendet per Default `kdm`. Die Auswahl und der Start des Display-Managers, ein eventueller Auto-Login sowie der Start von X erfolgen exakt wie bei Red Hat – siehe oben. Erhebliche Unterschiede gibt es allerdings bei der Funktion von `Xsession`.

Xsession: Das Script befindet sich im Verzeichnis `/etc/X11`. Zuerst werden einige Ressourcendateien (in dieser Reihenfolge) eingelesen, soweit diese existieren. (Nur die mit * markierte Datei ist standardmäßig vorhanden. Sie enthält einige Einstellungen für `xterm` und `emacs`.)

```
* /etc/X11/Xresources
   ~/.Xresources
   ~/.Xdefaults
```

Als Nächstes wird das Script `/etc/X11/xinit/fixkeyboard` ausgeführt. Es lädt (falls vorhanden) die folgenden Dateien zur Tastaturkonfiguration. Die `Xmodmap`-Dateien werden nur dann berücksichtigt, wenn keine `Xkbmap`-Dateien gefunden wurden:

```
/etc/X11/xinit/Xkbmap
~/.Xkbmap
* /etc/X11/xinit/Xmodmap   enthält nur: keycode 22 = Backspace
~/.Xmodmap
```

Anschließend werden alle Scripts in `/etc/X11/xinit/xinitrc` ausgeführt. Per Default befinden sich hier die folgenden Scripts:

- `Mod_Meta_L_Disable` wertet die Datei `/etc/sysconfig/keyboard` aus. Wenn diese die Zeile `REMOVE_MOD_META_L=yes` enthält, wird der X-Modifier `mod4` gelöscht.
- `imwheel` startet das gleichnamige Programm, damit auch alte X-Programme reagieren, wenn Sie Ihr Mause rad drehen.
- `menu` versucht, die Menüs von KDE, Gnome sowie einige Fenster-Managern mit den tatsächlich installierten Programmen zu synchronisieren. (Die Details können Sie in den README-Dateien des Pakets `menu` nachlesen.)
- `numlock` aktiviert NumLock.

Zu guter Letzt geht es darum, den richtigen Desktop oder Window Manager zu starten. Auch hier beschreitet Mandrake eigene Wege und nimmt das Script `chksession` zu Hilfe. Dieses Script verwaltet im Verzeichnis `/etc/X11/wmsession.d` Informationen über alle installierten Desktop-Systeme und Window Manager.

Wenn an *Xsession* von *kdm* oder *gdm* ein Parameter übergeben wurde, wird eines der beiden folgenden Kommandos ausgeführt. Das *wmstartkommando* wird mit *chksession -x* ermittelt:

```
failsafe: exec xterm
sonst:    exec wmstartkommando
```

Wenn kein Parameter übergeben wird, verzweigt *Xsession* in ein benutzerspezifisches Script (falls vorhanden) bzw. führt eines der folgenden Kommandos aus. *wmstartkommando* wird abermals mit *chksession* ermittelt, wobei einfach der erste von *chksession* verwaltete Window Manager verwendet wird:

```
~/Xsession
~/Xclients
exec wmstartkommando
exec icewm
exec twm
```

SuSE-Besonderheiten

Der X-Startprozess ist bei allen Distributionen schwer zu durchschauen, aber SuSE treibt es doch auf die Spitze. Unzählige Script-Dateien rufen sich gegenseitig auf, wobei es an ein Wunder grenzt, dass der ganze Prozess nicht in einer rekursiven Endlosschleife hängen bleibt.

Die folgende Beschreibung geht davon aus, dass sich alles im Defaultzustand befindet und dass sich insbesondere die Dateien *.xsession* und *.xinitrc* im Heimatverzeichnis des Login-Benutzers befinden. (Diese Dateien werden beim Anlegen neuer Benutzer automatisch aus */etc/skel* in das Home-Verzeichnis kopiert. Die Dateien sind ein wichtiger Bestandteil des Startprozesses.) Falls Sie eigene Modifikationen durchführen möchten (davon kann ich nur abraten!), beachten Sie auch, dass die Scripts jede Menge von Fallback-Varianten vorsehen, die eintreten, wenn irgendwelche Dateien fehlen.

Start des Display-Managers: Bei SuSE wird der Display-Manager nicht über eine *inittab*-Einstellung gestartet, sondern durch das Init-V-Script */etc/init.d/xdm*.

Auswahl des Display-Managers: Der gewünschte Display-Manager wird durch die Variable *DISPLAYMANAGER* in der Datei */etc/rc.config* bestimmt.

Start des X-Servers: */usr/X11R6/bin/X* zeigt auf */var/X11R6/bin/X*, von dort geht ein weiterer Link auf den tatsächlichen Server, wobei es zwei Möglichkeiten gibt:

```
/usr/X11R6/bin/XFree86: für XFree86 4.n
/usr/X11R6/bin/Xwrapper: für XFree86 3.n
```

Bei XFree86 3.n startet *Xwrapper* dann den tatsächlichen Server.

Xsetup: Bevor die Login-Box erscheint, wird mit */etc/X11/xdm/Xsetup* die Datei */etc/X11/Xmodmap* eingelesen. Dort werden einige Veränderungen am Tastaturlayout durchgeführt, die diverse Sondertasten betreffen (**Backspace**, **Entf**, Windows-Tasten).

Xsession: Nach diversen Initialisierungsarbeiten und Sicherheitsprüfungen speichert das Script die von kdm oder gdm übergebenen Parameter in den Variablen WINDOWMANAGER und LANG.

Danach liest Xsession die Dateien mit lokalen Variablenzuweisungen sowie Änderungen am Tastaturlayout bzw. an den X-Ressourcen ein. Anders als bei anderen Distributionen existieren diese Dateien normalerweise (weil SuSE beim Anlegen neuer Benutzer entsprechende Defaultdateien von /etc/skel in das Heimatverzeichnis kopiert).

```
* ~/.bashrc
* ~/.profilerc
* ~/.Xmodmap      (leer)
* ~/.Xresources   (Link auf .Xdefaults)
* ~/.Xdefaults    (diverse Einstellungen für selten benötigte Programme)
```

Anschließend setzt Xsession die Variable XSESSION_IS_UP auf YES und verzweigt dann in das erste Script aus der folgenden Liste, das es finden kann:

```
* ~/.xsession
* ~/.xinitrc
* /usr/X11R6/lib/X11/xdm/sys.xsession --> /etc/X11/xdm/sys.xsession
* /usr/X11R6/lib/X11/xinit/xinitrc   --> /etc/X11/xinit/xinitrc
```

Per Default existieren alle vier hier angegebenen Dateien, sodass also normalerweise .xsession ausgeführt wird. Sollten alle vier Dateien fehlen, wird der in /etc/rc.config eingestellte Window Manager ausgeführt (Variable WINDOWMANAGER).

.xsession: In diesem Script wird getestet, ob auch ~/.xinitrc existiert. Normalerweise ist das der Fall, und es wird nun dieses Script ausgeführt. Nur wenn ~/.xinitrc fehlen sollte, wird der durch die Variable WINDOWMANAGER eingestellte Window Manager ausgeführt. (Falls diese Variable leer ist, versucht das Script einen Window Manager zu finden.)

.xinitrc: Das Script testet, ob die Variable XSESSION_IS_UP den Wert YES enthält. Das trifft normalerweise zu, weil diese Variable in Xsession initialisiert wurde.

Nur wenn das nicht der Fall ist (startx), werden die folgenden Dateien eingelesen:

```
* /usr/X11R6/lib/X11/Xmodmap --> /etc/X11/Xmodmap
* ~/.Xmodmap
* /usr/X11R6/lib/X11/Xresources
* ~/.Xdefaults
* ~/.Xresources
```

Zu guter Letzt wird der in der Variable WINDOWMANAGER eingestellte Desktop oder Window Manager gestartet. (Auch hier versucht das Script, selbst einen Window Manager zu finden, wenn diese Variable leer ist.)

/etc/X11/Xmodmap mit globalen Änderungen am Tastaturlayout wird durch Xsetup eingelesen (noch bevor Xsession ausgeführt wird).

Die globale Ressourcendatei /usr/X11R6/lib/X11/Xresources wird bei einem X-Start durch einen Display-Manager nicht berücksichtigt (wohl aber bei einem Start durch startx). Es ist unklar, ob das beabsichtigt ist oder ob es sich hierbei um einen Fehler in den Start-Scripts handelt.

Konfiguration des Display-Managers

Die drei verbreitesten Display-Manager sind xdm, kdm und gdm. In diesem Abschnitt finden Sie einige Informationen zur Konfiguration dieser drei Programme.

Vorweg eine kurze Beschreibung: xdm ist das älteste der drei Programme, hat eine eher spartanische Benutzeroberfläche und bietet außer der eigentlichen Login-Funktion keinerlei Zusatzfunktionen. Dafür sind die Systemanforderungen (Bibliotheken, Speicherplatz etc.) bei weitem am geringsten.

kdm und gdm beglücken den Benutzer mit einer netten Oberfläche im Stil des jeweils dazugehörigen Desktops. Bei beiden Display-Managern ist es möglich, vor dem Login den gewünschten Desktop bzw. den Fenster-Manager auszuwählen (d. h. Sie können durchaus mit kdm Gnome bzw. mit gdm KDE starten!). Beide Programme ermöglichen es auch, den Rechner herunterzufahren (shutdown).

xdm-Konfiguration

Die zentrale xdm-Konfigurationsdatei heißt xdm-config. Sie befindet sich üblicherweise im Verzeichnis /usr/X11R6/lib/X11/xdm, aber bei allen in diesem Buch behandelten Distributionen handelte es sich hierbei um einen Link zu /etc/X11/xdm. Die einzige Aufgabe von xdm-config besteht darin, die Orte einer ganzen Liste weiterer Konfigurations- und Script-Dateien anzugeben. Damit werden die diversen Teilaufgaben von xdm auf mehrere Scripts verteilt. Das Format von xdm-config entspricht dem von X-Ressourcendateien.

```
! /etc/X11/xdm/xdm-config
DisplayManager.errorLogFile:    /var/log/xdm.errors
DisplayManager.pidFile:        /var/run/xdm.pid
DisplayManager.authDir:        /var/lib/xdm
DisplayManager.servers:        /etc/X11/xdm/Xservers
```

Es fehlt hier der Platz, um alle xdm-Dateien zu beschreiben. Die folgende Liste beschreibt daher nur die wichtigsten xdm-config-Schlüsselwörter. In Klammern ist der übliche Dateiname der dazugehörigen Datei angegeben – dieser Name kann aber je nach Konfiguration variieren.

- `servers` (`Xservers`) : Dieses Script kümmert sich um den Start von X (noch bevor die Login-Box angezeigt wird).
- `setup` (`Xsetup` oder `Xsetup_0`): Dieses Script kümmert sich um die Einstellung des xdm-Hintergrunds und eventuell um die Tastaturkonfiguration (sodass beim Erscheinen der Login-Box eventuelle systemspezifische Änderungen am Tastaturlayout bereits gültig sind).
- `resources` (`Xresources`): Diese X-Ressourcendatei steuert das Aussehen der xdm-Login-Box.
- `session` (`Xsession`): Dieses Script ist für den Start des Window Managers und das Einlesen verschiedener benutzerspezifischer Konfigurationsdateien verantwortlich. Das Script ist stark distributionsabhängig. Die Varianten von Red Hat, Mandrake und SuSE wurden oben ausführlich beschrieben.

VERWEIS

Äußerst ausführliche Informationen zu xdm und allen xdm-config-Einstellungen gibt die man-Seite zu xdm. Wer mit SuSE arbeitet, sollte auch einen Blick in `/etc/X11/xdm/README.SuSE` werfen. Diese Datei gibt eine Kurzzusammenfassung und ist als erster Einstieg in die xdm-Konfiguration besser geeignet.

kdm-Konfiguration

Der KDE-Display-Manager `kdm` wird von SuSE und Mandrake per Default verwendet. Das Programm ist weitgehend mit `xdm` kompatibel. Das bedeutet insbesondere, dass für den eigentlichen Start von X dieselben Dateien wie bei `xdm` verwendet werden. Das betrifft insbesondere die oben beschriebene Konfigurationsdatei `xdm-config` sowie die meisten dort angegebenen Script-Dateien (insbesondere `Xsession`).

Die `kdm`-spezifischen Zusatzfunktionen (also die optische Gestaltung des Login-Dialogs, die Hintergrundgestaltung, die Darstellung der Benutzer durch Icons etc.) können von `root` im KDE-Kontrollzentrum (SYSTEM|ANMELDUNGSMANAGER) bequem eingestellt werden. Diese Einstellungen werden in der Datei `kdmrc` gespeichert. Wo sich diese Datei befindet, ist distributionsabhängig:

Mandrake: `/usr/share/config/kdmrc`

Red Hat: `/usr/share/config/kdmrc` → `/etc/X11/xdm/kdmrc`

SuSE: `/opt/kde2/share/config/kdmrc`

Die Konfigurationsmöglichkeiten sind reichhaltig:

- Begrüßungstext, Begrüßungslogo, Dialogaussehen (GUI Style)
- Schriftart
- Hintergrundgestaltung (Hintergrundbitmap, Hintergrundprogramm)
- Informationen darüber, wer den Rechner herunterfahren darf und ob dabei mit `lilo` eingestellt werden soll, wie der Rechner beim nächsten Mal gestartet wird
- Eine Liste mit den zur Auswahl stehenden Desktop-Systemen und Window Managern

- Eine Liste mit allen Benutzern, deren Name beim Login durch den Click auf ein Icon ausgewählt werden kann
- Auto-Login und Login ohne Passwort

Einige der aufgezählten Konfigurationsmöglichkeiten bedürfen einer Erklärung:

Shutdown: kdm ermöglicht es, X per Mausklick ganz zu beenden (entspricht `init 3`) oder den Rechner herunterzufahren. Diese Möglichkeit können Sie entweder ganz sperren, nur `root` erlauben, allen lokalen Benutzern erlauben (`CONSOLE ONLY`, verhindert einen Shutdown von Benutzern, die nur über das Netz eingeloggt sind) oder schließlich allen Benutzern erlauben.

LILO-Reboot: Etwas überraschend mögen die LILO-Optionen innerhalb des Konfigurationsdialogs erscheinen. kdm bietet die Möglichkeit, bei einem Reboot das System auszuwählen, das als Nächstes durch LILO gebootet werden soll. In diesem Fall wird dieses System mit `lilo -R` in der LILO-Mapping-Datei gespeichert (Details siehe Seite 340).

Sessions: In der Session-Liste können Sie angeben, welche Desktop-Systeme oder Window Manager der Benutzer beim Login auswählen kann. Dieser Name wird an das `Xsession`-Script übergeben. Wenn Sie also hier einen neuen Window Manager vorsehen möchten, müssen Sie auch `Xsession` dementsprechend ändern.

Benutzer-Icons: Im Benutzerdialog können Benutzer ausgewählt werden, die im kdm-Login-Dialog als Icons angezeigt werden. Diese Benutzer können dann durch einen Mausklick ausgewählt werden (das erspart die Eingabe des Namens per Tastatur).

Auto-Login, Login ohne Passwort: kdm bietet schließlich die Möglichkeit, einen Benutzer auszuwählen, für den beim ersten Start ein automatisches Login durchgeführt wird. Außerdem kann einzelnen Benutzern ein Login ohne Angabe eines Passworts erlaubt werden. Selbstredend stellen beide Einstellungen ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar und sollten daher bei öffentlich zugänglichen Rechnern absolut tabu sein.

Beim Test von kdm ist es vorgekommen, dass die Texte in der Login-Box unleserlich klein angezeigt wurden. Laut einer Leserzusage hat dieses Problem nichts mit kdm zu tun, sondern mit XFree86: Während des Starts kommuniziert XFree86 mit dem Monitor über den DDC-Kanal (*Display Data Channel*) und versucht, die technischen Daten des Monitors herauszufinden. Das gelingt allerdings nicht immer. XFree86 arbeitet dann mit falschen Daten weiter, weswegen die Fonts in einer falschen Größe angezeigt werden. Die Lösung des Problems besteht aber ganz einfach darin, die DDC-Übertragung während des X-Starts zu blockieren. Dazu fügen Sie die `NoDCC`-Option in `XF86Config` ein:

```
# in XF86Config[-4]
Section "Device"
    Option NoDCC
    ...
```

gdm-Konfiguration

gdm ist das Gnome-Gegenstück zu kdm. gdm kennt nicht ganz so viele Funktionen und Konfigurationsmöglichkeiten, das Prinzip ist aber dasselbe. gdm wird per Default von Red Hat eingesetzt.

Auch gdm berücksichtigt dieselben Konfigurationsdateien wie bei xdm (also `xdm-config`, `Xsetup_0` und `Xsession`, sowie alle Dateien, die von `Xsession` angesprochen werden).

gdm-spezifische Einstellungen werden von root mit dem Programm `gdmconfig` durchgeführt. Die Einstellungen werden in `/etc/X11/gdm/gdm.conf` gespeichert.

Die möglichen Desktop-Systeme werden als Script-Dateien in einem Verzeichnis angegeben. Der Ort des Verzeichnisses geht aus `gdm.conf` hervor:

```
# in /etc/X11/gdm/gdm.conf
SessionDir=/etc/X11/gdm/Sessions/
```

Die Namen der Session-Dateien werden in gdm in einem Menü zur Auswahl des gewünschten Desktops angezeigt. Nach einem Login wird die ausgewählte Session-Script-Datei einfach ausgeführt. Das folgende Beispiel zeigt die Mandrake-Startdatei für Gnome:

```
#!/bin/sh
# /etc/X11/gdm/Session/Gnome
exec /etc/X11/Xsession gnome
```

HINWEIS

SuSE sieht im Prinzip vor, dass gdm als Display-Manager verwendet werden kann – bei Version 7.2 ist es mir aber nicht gelungen, gdm zum Laufen zu bringen. Die ersten Versuche sind daran gescheitert, dass offensichtlich die Gruppe gdm fehlte. Abhilfe schufen die Kommandos `groupadd gdm` und `chown gdm.shadow /var/lib/gdm`. Damit gelang der Start von gdm durch `init 5`, aber jeder Login-Versuch wurde abgewiesen. (Der Kommentar in der Logging-Datei lautete *client rejected from local host*, d. h. es lag ein Authentifizierungsproblem vor.) An dieser Stelle habe ich die Tests mit SuSE und gdm eingestellt. Mit Red Hat und mit Mandrake funktionierte gdm auf jeden Fall auf Anhieb.

Manueller X-Start mit startx

Neben dem automatischen X-Start mit einer Login-Box durch einen Display-Manager besteht auch die Möglichkeit, den Rechner vorerst im Textmodus zu starten (Default-Runlevel 3 in `/etc/inittab`), sich dort einzuloggen und X dann bei Bedarf mit `startx` zu starten. Da diese Variante zunehmend seltener wird, verzichte ich hier auf eine ähnlich präzise Beschreibung des Startprozesses. Zum Teil werden dabei dieselben Script-Dateien wie beim Display-Manager-Start verwendet, es gibt aber einige feine Unterschiede (und natürlich sehen die Details bei jeder Distribution anders aus).

startx: /usr/X11R6/bin/startx ist eine Script-Datei. Ihre Aufgabe besteht darin, einige Parameter auszuwerten und dann das Programm xinit auszuführen, das für den eigentlichen X-Start zuständig ist.

Eine Besonderheit von startx besteht darin, dass mit startx sowohl Optionen an xinit als auch direkt an den X-Server übergeben werden können. Um zwischen diesen Optionen unterscheiden zu können, müssen zwischen den Optionsgruppen zwei Minus-Zeichen angegeben werden, also:

```
user$ startx xinitoptionen -- xoptionen
```

Bei der SuSE-Variante von startx kann als Parameter das gewünschte Desktop-System übergeben werden (z. B. startx kde). Bei den anderen Distributionen ist das aber nicht möglich.

xinit: Dieses zu X gehörende Programm startet den X-Server. Anschließend wird entweder die globale Script-Datei xinitrc (meist aus dem Verzeichnis /etc/X11/xinit) oder deren lokale Variante ~/.xinitrc ausgeführt, um einen Window Manager zu starten.

12.10 xterm und andere X-Utilities

Zusammen mit X werden einige einfache Programme mitgeliefert. Zu den meisten dieser Programme gibt es mittlerweile modernere Versionen, die Teil von KDE oder Gnome sind, aber einige Utilities sind auch im Zeitalter moderner Desktops noch praktisch. Dieser Abschnitt stellt die wichtigsten Programme kurz vor.

xterm

xterm ist ein Shell-Fenster (Terminalfenster), in dem Kommandos ausgeführt werden können. Beim Start von xterm können diverse Optionen angegeben werden:

- +cm
aktiviert die ANSI-Farbcodes. Das ist notwendig, damit Programme mit Farbausgabe wunschgemäß funktionieren (z. B. ls).
- e kommando optionen
führt in xterm das angegebene Programm aus. -e muss als letzte Option verwendet werden.
- fn font
gibt die gewünschte Schriftart an.
- ls
startet xterm mit einer Login-Shell. Das bedeutet, dass beim Start der Shell .profile ausgewertet wird (siehe auch Seite 891).

- sl *n*
gibt die Anzahl der zu speichernden Zeilen an (wie `saveLines`).
- u8
startet xterm mit Unicode-Unterstützung (UTF-8). Gleichzeitig müssen Sie mit `-fn` eine Unicode-Schriftart angeben!

Viele xterm-Einstellungen können Sie auch in einer Ressourcendatei einstellen. Die folgenden Einstellungen bewirken, dass in xterm ein Scroll-Balken am rechten Fensterrand angezeigt wird und dass die letzten 1000 Zeilen in einem Puffer zwischengespeichert werden:

```
! in ~/.Xdefaults oder ~/.Xresources
xterm*scrollBar:      true
xterm*rightScrollBar: yes
xterm*saveLines:      1000
```

Wenn im Shell-Fenster xterm die Sondertasten `(Entf)`, `(Backspace)`, `(Pos1)` und `(Ende)` nicht richtig funktionieren, fügen Sie die folgenden Zeilen in die Datei `~/.Xdefaults` ein:

```
! in ~/.Xdefaults oder ~/.Xresources
*VT100.Translations: #override \
    <KeyPress>BackSpace: string(0x7f)\n\
    <KeyPress>Delete: string(0x04)\n\
    <KeyPress>Home: string(0x01)\n\
    <KeyPress>End: string(0x05)
```

Diese Einstellung bezieht sich auf das VT100-Widget (ein Steuerelement, auf dem xterm basiert). Damit werden die Tasten `(Entf)`, `(Backspace)`, `(Pos1)` und `(Ende)` den Codes 4, 127, 1 und 5 zugeordnet (das entspricht `(Strg)+(D)`, `(Strg)+(A)` etc.)

TIPP

Wenn Sie alle Features von xterm nutzen möchten, sollten Sie einen Blick auf die `man`-Seiten werfen: Ihr Umfang von mehr als 30 Seiten lässt erahnen, wie weit xterm konfigurierbar ist!

Bei gedrückter `(Strg)`-Taste können mit den drei Maustasten verschiedene Menüs zur Einstellung diverser Eigenschaften von xterm aufgerufen werden. Unter anderem können Sie damit die Textgröße im laufenden Betrieb verändern.

HINWEIS

Neben xterm stehen unter X noch einige weitere Terminalprogramme zur Verfügung. Im Prinzip ist die Verwendung immer dieselbe, Unterschiede gibt es aber bei der Konfiguration, bei der Darstellung farbiger Texte (`ls`), bei den Tastenkürzeln, im Speicherverbrauch etc. Zur Auswahl stehen unter anderem `konsole` (KDE), `gnome-terminal`, `nxterm` und `rxvt`.

12.11 xhost

Eine der Besonderheiten von X besteht darin, dass das zugrunde liegende Protokoll netzwerkfähig ist. Das bedeutet, dass Sie sich via `telnet` oder `rlogin` auf einem fremden Rechner einloggen können und dort ein X-Programm starten können. Sofern alle erforderlichen X-Bibliotheken zur Verfügung stehen, wird dieses Programm jetzt am *lokalen* Rechner angezeigt und kann dort auch bedient werden.

Damit dies funktioniert, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein:

- Ihr Rechner muss die Anzeige eines X-Programms von einem fremden Rechner zulassen. Dazu muss auf dem lokalen Rechner `xhost +rechnername` ausgeführt werden, wobei *rechnername* der Netzwerkname des externen Rechners ist.
- Nach dem Login am fremden Rechner müssen Sie die Variable `DISPLAY` so einstellen, dass sie den Namen Ihres eigenen Rechners enthält. Damit weiß das extern ausgeführte X-Programm, dass seine Oberfläche auf Ihrem lokalen Rechner erscheinen soll.

Um den Prozess an einem Beispiel zu illustrieren: Sie arbeiten am lokalen Rechner `jupiter` und möchten auf dem leistungsstärkeren Rechner `saturn` ein X-Programm starten (dieses aber vom lokalen Rechner aus bedienen). Dazu führen Sie folgende Kommandos aus:

```
user$ xhost +saturn
user$ rlogin saturn
password: *****
user$ export DISPLAY=jupiter:0
user$ programxy
```

Jetzt wird `programxy` auf `saturn` ausgeführt. Die Benutzeroberfläche wird aber am lokalen Rechner `jupiter` angezeigt. Dazu müssen jetzt sämtliche Grafikkommandos über das Netzwerk übertragen werden. Diese Vorgehensweise ist also nur in einem schnellen Netzwerk sinnvoll.

HINWEIS

Weitere Informationen finden Sie auf Seite 306. Wenn Sie häufig als fremder Benutzer unter X arbeiten möchten, empfiehlt sich eine bleibende Konfiguration. X sieht dazu ein eigenes Authentifizierungssystem vor, nämlich `xauth`. Das System ist in der `man`-Seite zu `xauth` bzw. im Remote-X-Mini-HOWTO dokumentiert.

xkill, xlsfonts, xrdp, xset

xkill: `xkill` hilft dabei, hängengebliebene oder halb abgestürzte X-Programme endgültig zu beenden. Die Bedienung ist denkbar einfach: Sie führen `xkill` aus und klicken dann mit der Maus das betreffende Fenster an.

xlsfonts: `xlsfonts` zeigt eine Liste aller verfügbaren Zeichensätze an. Ähnlich wie bei `ls` kann die Liste durch ein Suchmuster eingegrenzt werden. Allerdings muss dieses

Muster in Anführungszeichen gesetzt werden, damit es nicht von der `bash` ausgewertet wird.

xrdb: Mit `xrdb` können zusätzliche Ressourcendateien eingelesen werden. Das Kommando wird vor allem in den `xinitrc`-Dateien zum Start des X-Systems verwendet. Es kann aber auch eingesetzt werden, um Änderungen in einer `xresources`-Datei sofort auszuprobieren. (Veränderte Ressourcen, die sich nicht in `~/.Xdefaults` befinden, müssen mit `xrdb` neu eingelesen werden – andernfalls gelten sie erst nach dem nächsten X-Login.) `xrdb -query` zeigt die aktuell gespeicherten Ressourceninformationen an.

xset: Mit `xset` können Einstellungen des X-Servers verändert werden. Das Programm kann unter anderem dazu verwendet werden, die Reaktionszeit des X-internen Bildschirmschoners einzustellen. Die folgende Einstellung bewirkt, dass der Bildschirm nach 60 Sekunden ohne Benutzeraktivität schwarz wird:

```
user$ xset s 60
```

Wenn Sie den Monitor nach einer bestimmten Zeit in den Standby-Modus umschalten möchten, reicht diese Einstellung nicht aus (der Monitor wird zwar schwarz, schaltet sich aber nicht aus). Stattdessen müssen Sie folgendes Kommando verwenden:

```
user$ xset dpms standbytime [suspendtime [offtime]]
```

Die Zeitangaben erfolgen in Sekunden. Das folgende Kommando bewirkt, dass der Monitor nach zehn Minuten Inaktivität in den Standby-Betrieb wechselt:

```
user$ xset dpms 600
```

Bei SuSE können Sie den Standby-Modus systemweit in `/etc/X11/xdm/Xsetup` aktivieren: `USEDPMS="yes"`. Nun gilt die `xset`-Defaulteinstellung: Standby nach 20, Suspend nach 30, Off nach 40 Minuten. Falls eine andere Einstellung gewünscht ist, ersetzen Sie ebenfalls in `/etc/X11/xdm/Xsetup` die Zeile

```
test "$USEDPMS" = "yes" && $xset +dpms
```

durch:

```
test "$USEDPMS" = "yes" && $xset dpms 600 0 0
```

Falls Sie mit KDE arbeiten, können Sie die Einstellungen auch benutzerspezifisch durchführen (Kontrollzentrum, siehe Seite 553).

Kapitel 13

KDE und Gnome

Dieses Kapitel gibt eine Einführung in die beiden Desktop-Systeme KDE und Gnome. Im Mittelpunkt stehen dabei allgemeine Grundlagen, Tipps und Tricks zur Bedienung, Konfigurationsdetails etc.

Möglicherweise wundern Sie sich, dass dieses Kapitel relativ kurz ausfällt. Andere Autoren schreiben ganze Bücher nur zu KDE oder Gnome! Der Grund besteht darin, dass die Kapitel dieses Buchs nach inhaltlichen Gesichtspunkten geordnet sind (und nicht nach der Zugehörigkeit der Programme zu KDE oder Gnome). Daher wird beispielsweise das KDE-E-Mail-Programm `kmail` nicht hier beschrieben, sondern im E-Mail-Kapitel 17.

13.1 Einführung

Bevor es hier um KDE- und Gnome-Internia geht, ist eine kurze Einführung angebracht, die beschreibt, was ein Desktop ist und woher die beiden Linux-Desktops kommen.

Was ist ein Desktop?

Eine eindeutige Antwort auf diese Frage gibt es wohl nicht. Die folgende Liste zählt zumindest einige Merkmale auf:

- Ein Desktop-Environment bietet eine Benutzeroberfläche für elementare Operationen (Umgang mit Dateien etc.).
- Die Bedienung ist so intuitiv wie möglich (Drag&Drop, Icon-Symbole).
- Menüs und Dialogtexte erscheinen in der eingestellten Landessprache.
- Zum eigentlichen Desktop gehört ein Bündel von einheitlich zu bedienenden Anwendungsprogrammen für häufig benötigte Operationen (z. B. ein Texteditor, ein Taschenrechner).
- Alle Desktop-Komponenten sind einfach zu konfigurieren (durch Dialoge, nicht durch kryptische Textdateien).
- Zu allen Komponenten bzw. Programmen steht eine umfassende Online-Dokumentation in einem leicht zu lesenden Format (HTML) zur Verfügung.
- Der Austausch und die Nutzung von Daten unterschiedlicher Desktop-Programme sind unkompliziert.
- Internet-Funktionen (etwa der Zugriff auf ftp-Verzeichnisse) werden von allen Komponenten transparent unterstützt. Lokale und externe Daten können auf die gleiche Weise bearbeitet werden.

In der Geschichte von Unix gab es schon mehrfach den Versuch, die Bedienung durch verschiedene Desktops zu erleichtern. Am bekanntesten wurden zwei kommerzielle Systeme: Motif besteht aus einer Bibliothek zur X-Programmierung, einer ganzen Kollektion von Utilities und einem eigenen Window Manager. Das Common Desktop-Environment (CDE) ging hinsichtlich Bedienungskomfort und der erfassten Funktionen noch einen Schritt über Motif hinaus. Allerdings ist es keinem dieser Systeme gelungen, einen echten Standard zu setzen; die Funktionsvielfalt, die Microsoft Windows- bzw. Apple Macintosh-Anwender schon lange genossen, blieb Unix- (und damit auch Linux-) Anwendern verwehrt.

Mit KDE (K-Desktop-Environment) und Gnome (GNU Network Object Model Environment) hat sich dies mittlerweile geändert. Dabei handelt es sich jeweils um Desktop-Environments, die den Anspruch erheben, einen modernen, einfach zu bedienenden und vor allem freien Desktop für Linux zu schaffen. KDE und Gnome sind relativ junge Projekte – sie wurden im Oktober 1996 bzw. im August 1997 begonnen.

Aus Anwendersicht unterscheiden sich KDE und Gnome vor allem durch zwei Punkte: die Funktionsfülle und das Look&Feel. Was die Funktionsfülle betrifft, hat KDE zurzeit

einen großen Vorsprung vor Gnome. Es gibt viel mehr KDE- als Gnome-Programme. Die Faszination, die von KDE und Gnome ausgeht, entspringt aber vor allem dem modernen Aussehen, das selbst eingefleischten Windows- oder Macintosh-Fans Worte der Bewunderung entlockt.

Natürlich gibt es auch technische Unterschiede: So basieren die Systeme auf unterschiedlichen Bibliotheken (Qt bzw. Gtk – siehe auch den folgenden Abschnitt). KDE enthält einen eigenen Window Manager, während Gnome in Kombination mit einem fremden Window Manager verwendet werden muss. Das erlaubt zwar mehr Flexibilität (jeder kann weiterhin seinen Lieblings-Window-Manager verwenden), schadet aber dem Ziel einer einheitlichen Bedienung.

Der Streit KDE versus Gnome

Warum gibt es für Linux zwei konkurrierende Desktops? Grundsätzlich waren sich vor einigen Jahren zahllose Open-Source-Entwickler einig, dass Linux einen neuen, modernen, einfach zu bedienenden Desktop braucht. Der Kern des Konflikts zwischen KDE- und Gnome-Entwicklern war denn auch nicht die Frage, ob KDE oder Gnome schöner, funktioneller etc. wäre. Vielmehr ging es um die Bibliotheken, auf denen die beiden Desktops aufbauen. (Diese Bibliotheken stellen jeweils Funktionen zur X-Programmierung zur Verfügung, etwa zur Gestaltung von Menüs, Symbolleisten etc.)

KDE basiert auf Qt, einer kommerziellen Bibliothek der Firma Troll Tech. Diese Bibliothek darf zwar für freie Softwareprojekte kostenlos genutzt und weitergegeben werden, für Qt 1.*n* galten aber eine Menge Einschränkungen im Vergleich zur GPL/LGPL. Mittlerweile gibt es die neue Lizenz QPL (Q Public Licence), die zwar nicht ganz so 'frei' ist wie LGPL, aber doch frei genug, um von der Open-Source-Entwicklergemeinschaft allgemein akzeptiert zu werden.

Gnome basiert dagegen auf dem Gtk (Gimp Tool Kit), also einer Bibliothek, die ursprünglich nur für die Benutzeroberfläche von Gimp entwickelt wurde. (Gimp ist ein Bildverarbeitungsprogramm – siehe Kapitel 27.) Die Gtk ist wirklich freie Software und untersteht der LGPL.

KDE-Anhänger argumentierten, dass die freie Weitergabe von Qt ausreichend sei. Für die Gnome-Entwickler (und viele andere) war es aber inakzeptabel, dass der Desktop für ein freies Betriebssystem unter der Obhut einer Firma stand, die beispielsweise die volle Kontrolle über Veränderungen und Korrekturen ihrer Bibliothek behalten wollte.

Das Lizenzproblem ist also mittlerweile längst gelöst – aber für eine Zusammenführung von KDE und Gnome war es da bereits zu spät. Mittlerweile hat sich auch die Argumentation geändert, und die Anhänger der jeweiligen Entwicklergemeinschaften schwören, dass die von Ihnen favorisierte Bibliothek einfach besser zu programmieren sei. Zum Teil genießen die einzelnen Desktops auch die Unterstützung unterschiedlicher Firmen (z. B. will SUN seine Rechner in Zukunft mit Gnome ausstatten).

Aus diesen Gründen wird Linux in absehbarer Zeit mit zwei Desktop-Systemen leben. Viele Distributionen liefern einfach beide Systeme mit und überlassen dem Anwender beim X-Login die Wahl.

KDE- und Gnome-Anwendungsprogramme

Bei fast allen Distributionen können unabhängig vom Desktop sowohl KDE- als auch Gnome-Programme ausgeführt werden (d. h. es werden automatisch alle erforderlichen Bibliotheken auch des jeweils anderen Systems installiert). Durch die Entscheidung für KDE oder Gnome schränken Sie Ihre Programmauswahl also nicht ein!

Ein KDE-Programm – z. B. KLyX – ist in diesem Zusammenhang ein Programm auf der Basis der Qt-Bibliothek. Ein Gnome-Programm – z. B. Gimp – ist eines auf der Basis der Gtk-Bibliothek. Naturgemäß unterscheiden sich KDE- und Gnome-Programme ein wenig in Aussehen und Bedienung, was gerade für Linux-Einsteiger nicht besonders angenehm ist.

Um diese Doppelgleisigkeit so erträglich wie möglich zu machen, bemühen sich die Entwickler, Features wie Drag&Drop kompatibel zu gestalten. Das Ziel ist also, dass Sie beispielsweise ein Datei-Icon vom KDE-Dateimanager über einem Gnome-Programm lassen und dieses dann die Datei lädt. Bis das tatsächlich funktioniert, wird es aber wohl noch eine Weile dauern.

Probleme

Jetzt muss noch erwähnt werden, dass die neuen Desktop-Systeme nicht frei von Kinderkrankheiten sind. Das erste große Ärgernis tritt beim Versuch auf, nachträglich Programme zu installieren, die nicht mit der jeweiligen Distribution mitgeliefert wurden: Das klappt praktisch nie! Entweder fehlen die erforderlichen Bibliotheken ganz oder sie sind zu alt. Der Versuch, neue Bibliotheken zu installieren, scheitert an anderen Paketabhängigkeiten oder führt zu Inkompatibilitäten mit Programmen, die bisher funktioniert haben. Bis auf weiteres hat der durchschnittliche Linux-Anwender damit kaum Chancen, rasch ein neues, vom Internet heruntergeladenes KDE- oder Gnome-Programm selbst zum Laufen zu bringen (es sei denn, das Programm wurde speziell für die jeweilige Distribution kompiliert).

Ein zweites Ärgernis ist die mangelnde Stabilität: KDE und Gnome wurden und werden unglaublich schnell entwickelt. Daher ist es eine logische Konsequenz, dass die vielen neuen Programme noch nicht dieselbe Stabilität haben wie ihre seit Jahren bewährten (und entsprechend lange getesteten und verbesserten) Vorgänger.

13.2 KDE

Dieser Abschnitt ist eine Einführung in die Kernkomponenten von KDE 2.1 und 2.2. Allerdings ist KDE 3.*n* bereits in der Entwicklung und wird vermutlich im Frühjahr 2002 verfügbar sein. Dann werden sich natürlich wieder viele Details ändern, die meisten Informationen in diesem Abschnitt werden aber wohl gültig bleiben. Aktuelle Informationen finden Sie auf der KDE-Website www.kde.org.

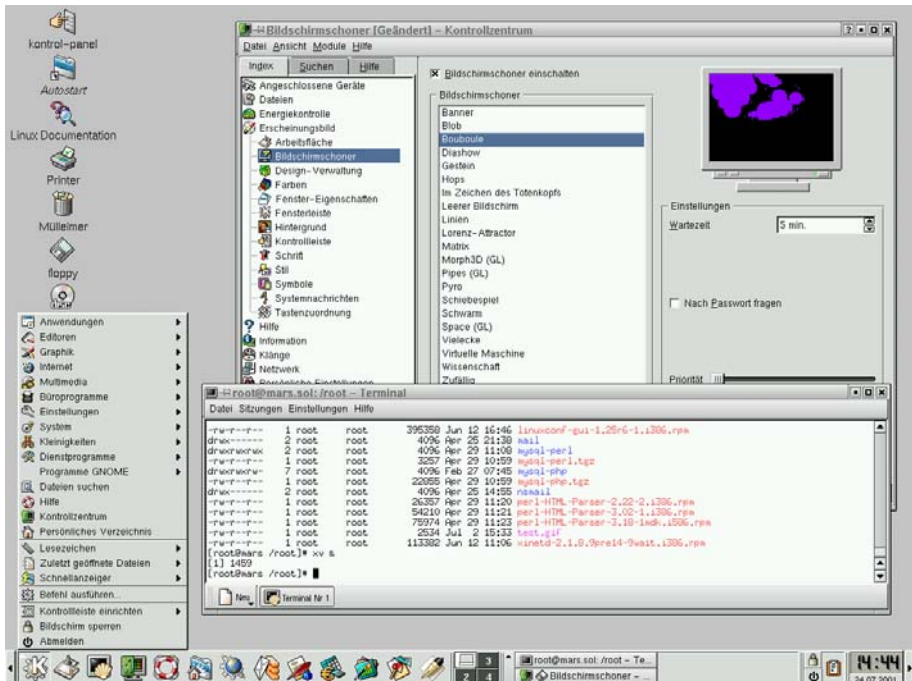


Abbildung 13.1: Das K-Desktop-Environment

Überlebensregeln

- Doppelklicks sind in KDE verpönt und nur in Ausnahmefällen erforderlich. Zum Start von Programmen, zum Öffnen von Verzeichnissen etc. reicht ein einfacher Klick.
- Bei sehr vielen Programmen bzw. KDE-Komponenten kann mit der rechten Maustaste ein Kontextmenü aufgerufen werden.
- Fast alle KDE-Programme kommen mit Drag&Drop zurecht. Sie können beispielsweise eine Textdatei aus dem Dateimanager ziehen und über dem Editor-Programm (kedit) fallen lassen. (Falls der bisherige Text im Editor verändert wurde, wird der neue Text in einer weiteren Instanz des Editors angezeigt, andernfalls ersetzt der neue Text den alten.) In manchen Fällen erscheint beim Loslassen der Maustaste ein Kon-

textmenü, das Ihnen die Wahl zwischen KOPIEREN, BEWEGEN oder VERKNÜPFUNG (Link) lässt. **(Esc)** bricht die Operation ab.

- KDE selbst wird über das KDE-Kontrollzentrum konfiguriert. Zur Konfiguration einzelner KDE-Programme stehen entsprechende Menü-Kommandos zur Verfügung. Eine manuelle Änderung der Konfigurationsdateien ist nur in Ausnahmefällen notwendig.
- Verlassen Sie KDE nicht mit **(Strg)+(Alt)+(Backspace)**! Verwenden Sie stattdessen das KDE-Menü. KDE speichert dann Informationen über momentan laufende Programme und versucht, den aktuellen Zustand beim nächsten KDE-Start möglichst exakt wiederherzustellen.

Tip

Zu KDE-Programmen gibt es zwar normalerweise keine man-Texte, dafür aber fast immer eine ausführliche Online-Hilfe. Allgemeine Fragen zu KDE werden in den KDE-FAQs beantwortet:

<http://www.kde.org/documentation/faq/index.html>

Erster Start

Wenn Sie KDE ab Version 2.2 zum ersten Mal starten (das gilt für jeden Benutzer), wird das Programm `kpersonalizer` ausgeführt. Mit diesem Programm können Sie auf einfache Weise einige Grundeinstellungen durchführen. (Natürlich stehen Ihnen später zahlreiche weitere Konfigurationsmöglichkeiten zur Auswahl. `kpersonalizer` nimmt Ihnen aber die Suche nach den betreffenden Dialogen im KDE-Kontrollzentrum ab.)

In den `kpersonalizer`-Dialogen können Sie folgende Einstellungen durchführen:

- Land: Diese Einstellung wirkt sich z. B. auf die Zeitformatierung aus.
- Sprache: Die Einstellung gilt für Menüs, Dialogbeschriftungen, Hilfetexte etc. (Die Einstellung wirkt sich nur auf neu gestartete Programme aus.)
- Systemverhalten: Die Einstellung bestimmt, wie Fenster aussehen, wann sie den Fokus erhalten, ob Operationen mit einem einfachen Mausklick oder mit einem Doppelklick durchgeführt werden, welche Tastenkürzel gelten etc. `kpersonalizer` stellt hier vier Varianten zur Auswahl: KDE, Unix, Windows oder Apple MacOS. Dieser Abschnitt geht davon aus, dass Sie sich für die Variante KDE entscheiden.
- Optik (*Eyecandy-O-Meter*): Hiermit stellen Sie ein, ob Fenster- und Menüoperationen animiert werden, ob Font-Anti-Aliasing eingesetzt wird etc. Das Ausmaß der Effekte können Sie durch einen Schieberegler oder individuell (Detailansicht) einstellen. Generell gilt: Je mehr Effekte, desto schöner sieht KDE aus, aber desto langsamer wird es. Nur wenn Sie einen schnellen Rechner besitzen, sollten Sie alle Effekte aktivieren. Font-Anti-Aliasing ist nur sinnvoll, wenn Sie vorher ausreichend True-Type-Fonts installiert haben (siehe Seite 509).
- Designs (Themes): Das Aussehen von Fenstern kann durch so genannte Themen beeinflusst werden. Die Themen bestimmen auch, wo sich die Buttons zur Verände-

rung der Fenstergröße befinden. Dieser Abschnitt geht davon aus, dass Sie das KDE-Default-Thema verwenden.

- Panel: Dieser Dialog steuert, wie viele Programm-Icons im KDE-Panel angezeigt werden sollen. Zu viele Icons stiften nur Verwirrung und nehmen eine Menge Platz weg – daher gilt hier das Motto: Weniger ist mehr!

TIPP

Bei einigen Distributionen ist KDE so vorkonfiguriert, dass `kpersonalizer` nicht automatisch ausgeführt wird. Sie können das Programm aber selbstverständlich jederzeit auch manuell starten, wenn Sie die Einstellungen ändern möchten. Wenn Sie mit KDE 2.1 oder mit früheren KDE-Versionen arbeiten, können Sie die meisten Einstellungen auch im KDE-Kontrollzentrum durchführen.

Panel

Eine zentrale Rolle bei der Bedienung von KDE spielt das so genannte Panel. Dabei handelt es sich um die Leiste, die üblicherweise am unteren Bildschirmrand dargestellt wird. Das Panel kann aber ganz einfach mit der Maus an einen anderen Bildschirmrand verschoben werden. Das Panel bietet vergleichbare Funktionen wie die Windows-Task-Leiste.

Das Panel enthält das KDE-Start-Menü, Buttons zum bequemen Start einiger wichtiger Programme sowie eine Reihe von Panel-Bereichen (so genannte Applets, zu Deutsch 'Mini-Programme'), von denen hier die wichtigsten aufgezählt sind. (In Klammern sind jeweils auch die deutschen Bezeichnungen angegeben, die aber oft wenig prägnant sind.)

- Pager (Umschalter): Der Pager ermöglicht den Wechsel zwischen mehreren virtuellen Desktops (per Default: vier).
- Taskbar (Fensterleiste): In der Taskbar werden alle laufenden Programme angezeigt. Per Default enthält die Taskbar aus Platzgründen nur die Programme des aktiven Desktops. Ein kleiner Pfeil führt zu einer Liste aller KDE-Programme (in allen Desktops).

Ab Version 2.2 werden mehrere gleichartige Programme (z. B. alle Gimp-Fenster, alle Terminal-Fenster etc.) gruppiert. Wenn Sie das nicht möchten, öffnen Sie mit der rechten Maustaste den Konfigurationsdialog und deaktivieren die Option ZUSAMMENGEHÖRIGE FENSTER GRUPPIEREN.

- System Monitor: Das Programm zeigt die CPU-Auslastung und den Speicherverbrauch in Form eines kleinen Icons an.
- Uhr: Das Applet zeigt die Uhrzeit und wahlweise auch das Datum an.
- System Tray (Systemabschnitt): Das Applet enthält Buttons zum Ausloggen (Ein-/Aus-Schalter), zum vorübergehenden Sperren der Oberfläche (Vorhängeschloss) sowie zur Bedienung der KDE-Zwischenablage Klipper.

TIP

Wenn Sie die zahlreichen Möglichkeiten des Panels nutzen, wird dieses rasch zu klein. Das ist aber kein Problem: Fügen Sie einfach ein zweites Panel hinzu: HINZUFÜGEN|ERWEITERUNG|ABHÄNGIGE KONTROLLLEISTE.

HINWEIS

Das Aussehen des Panels hängt sehr stark von der Konfiguration ab. Viele Distributionen liefern KDE nicht in der Defaultkonfiguration aus, sondern mit einer eigenen Konfiguration. Deswegen kann es vorkommen, dass das Panel nicht alle hier beschriebenen Elemente enthält. Einige Konfigurationstipps finden Sie ab Seite 553.

Konqueror

Das Programm `konqueror` ist seit Version 2 ein integraler Bestandteil von KDE. Das Programm ist gleichermaßen Dateimanager, Webbrowser und FTP-Client. Zahlreiche Dateitypen (Bilder, PDFs, PostScript-Dokumente etc.) können direkt im Programm angezeigt werden. (Ob das immer ein Vorteil ist, steht auf einem anderen Blatt.) Zu `konqueror` gibt es übrigens eine eigene Website mit lesenswerten HOWTO- und FAQ-Seiten:

<http://www.konqueror.org>

Verwendung als Dateimanager

Wenn Sie das Programm als Dateimanager verwenden, starten Sie es am besten über das Icon **PERSÖNLICHES VERZEICHNIS**. Die Bedienung des Programms ist ähnlich wie beim Windows-Explorer. Eine Besonderheit betrifft die Markierung von Dateien: Ein einfacher Mausklick ist dazu nicht geeignet, weil damit die Datei angezeigt oder ausgeführt wird. Sie müssen deswegen gleichzeitig **(Strg)** (für Mehrfachmarkierungen) oder **(Shift)** (für Bereichsmarkierungen) drücken. Sehr praktisch ist auch das Kommando **BEARBEITEN|AUSWÄHLEN**, mit dem Sie alle Dateien auswählen können, die einem bestimmten Muster entsprechen (z. B. alle *.gif-Dateien). (Eine Zusammenfassung der wichtigsten Konqueror-Tastenkürzel finden Sie auf Seite 564.)

Beim Löschen von Dateien haben Sie mehrere Möglichkeiten. Sie können die Datei in den Mülleimer verschieben (dabei handelt es sich um das Verzeichnis `~/Desktop/Mülleimer` bzw. bei englischer Konfiguration um `~/Desktop/Trash`), die Datei normal löschen oder **IN DEN REISSWOLF SCHIEBEN**. Das bedeutet, dass die Datei vor dem Löschen mit Zufallsdaten überschrieben wird, was eine Rekonstruktion aus den eventuell noch vorhandenen Datenblöcken auf der Festplatte unmöglich macht.

Fensterhintergrund: Seit KDE 2.2 zeigt `konqueror` je nach Einstellung ein Streifenmuster als Fensterhintergrund an. Das mag vielleicht toll aussehen, reduziert aber die Lesbarkeit des Texts erheblich. Wenn Sie das Hintergrundmuster entfernen möchten, führen Sie **ANSICHT|HINTERGRUNDBILD** aus und wählen den Listeneintrag **KEINES** aus.

Dateien suchen: Mit **WERKZEUGE|DATEI SUCHEN** können Sie komfortabel nach Dateien suchen. Wenn Sie dabei einen ganzen Verzeichnisbaum durchsuchen, empfiehlt es sich, vor der Suche die Listenansicht zu aktivieren.

Zugriff auf Windows-Disketten: Mit konqueror können Sie auch dann auf DOS/Windows-Disketten zugreifen, wenn diese nicht in das Dateisystem integriert sind. Dazu geben Sie in der Eingabezeile den Pfad `floppy: /` an (mit nur einem `/`-Zeichen!). Der Zugriff erfolgt wie durch die `mtodos`-Kommandos.



Abbildung 13.2: Konqueror als Webbrowser und Dateimanager

Zugriff auf tar-Archive: Wenn Sie im konqueror ein tar-Archiv anklicken (also z. B. `name.tar` oder `name.tgz`), wird der Inhalt dieses Archivs wie ein neues Verzeichnis angezeigt. Sie können aus dem Archiv Dateien kopieren, Sie können allerdings (noch) keine Dateien einfügen.

Quick-Browser (Schnellanzeiger): Beim Quick-Browser handelt es sich um ein spezielles Menü innerhalb des KDE-Startmenüs. Wenn Sie einen Eintrag dieses Menüs auswählen, erscheint konqueror und zeigt den Inhalt des ausgewählten Verzeichnisses an.

Verwendung als Audio-CD-Browser

Seit KDE 2.2 können Sie mit konqueror auch das Inhaltsverzeichnis von Audio-CDs betrachten. Dazu geben Sie als Adresse `audiocd: /` ein. Das Besondere an dieser Funktion besteht darin, dass alle Audio-Tracks scheinbar auch als `*.wav`- oder `*.ogg`-Dateien zugänglich sind (klicken Sie die virtuellen Verzeichnisse `by Name`, `by Track` oder `Ogg Vorbis` an!). Wenn Sie die Dateien nun per Drag&Drop in ein Verzeichnis kopieren, werden die Audio-Dateien eingelesen (gegrabbt) und automatisch in das entsprechende Format umgewandelt. Natürlich können Sie für diese Aufgaben auch die zahlreichen unter Linux verfügbaren Spezialprogramme einsetzen (siehe Kapitel 23 ab Seite 981), aber mit dem Komfort und der Einfachheit von konqueror kann keines dieser Werkzeuge mithalten.

Verwendung als Webbrowser

VERWEIS

Wenn Sie `konqueror` als Webbrowser einsetzen, unterscheidet sich die Bedienung nicht nennenswert von anderen Webbrowsern: Sie können in der Adressleiste eine Webadresse eingeben, Lesezeichen (Bookmarks) verwalten etc. Einige spezifische Besonderheiten des Programms sowie Tipps zur Verwendung von Plugins, Java etc. finden Sie ab Seite 685.

Verwendung als FTP-Client

Wenn die Adresse (URL) mit `ftp://` beginnt, wechselt `konqueror` automatisch in den FTP-Modus. Oberfläche und Bedienung entsprechen dann beinahe der Verwendung des Programms als Dateimanager. Ein Unterschied betrifft den Verzeichnisbaum im linken Fensterbereich, der nicht mit der FTP-Ansicht im rechten Fensterbereich synchronisiert wird. Wenn Sie einen Überblick über die Verzeichnisse auf dem FTP-Server bekommen möchten, führen Sie am besten `ANSICHT|ANZEIGEMODUS|BAUM-ANSICHT` aus.

Wenn Sie sich beim FTP-Server mit einem bestimmten Namen einloggen möchten (kein Anonymous-FTP), lautet die Schreibweise `ftp://name@adresse`. Sobald die Verbindung zum FTP-Server hergestellt wurde, erscheint eine Login-Box zur Eingabe des Passworts.

Verwendung als Samba-Client (Windows-Netzwerkverzeichnisse)

Mit `konqueror` können Sie auch den Inhalt von Windows-Netzwerkverzeichnissen (Samba-Shares) betrachten. Dazu verwenden Sie die folgende Schreibweise in der `konqueror`-Adressleiste:

```
smb://venus/myshare
```

`konqueror` fragt jetzt nach dem Benutzernamen und dem Passwort für den Verbindungsaufbau zum Windows-Rechner (oder Samba-Server). `konqueror` merkt sich diese Kombination für einige Zeit, vergisst sie dann aber aus Sicherheitsgründen wieder, weswegen Sie die Angaben nach längeren Pausen wiederholen müssen.

Ab KDE 2.2 können Sie im Kontrollzentrum im Dialog `NETZWERK|WINDOWS SHARES` Defaultangaben für den Benutzernamen, das Passwort und die Arbeitsgruppe eintragen. Damit ersparen Sie sich wiederholte Passwortabfragen und steigern den Arbeitskomfort. Allerdings stellt es natürlich ein Sicherheitsrisiko dar, das Passwort als Teil der KDE-Einstellungen zu speichern.

Verwendung als LAN-Browser

Eine weitere Besonderheit von `konqueror` besteht darin, dass das Programm eine Liste aller anderen Rechner im lokalen Netzwerk darstellen kann, wobei zu jedem Rechner die dort zugänglichen Webseiten, Windows-Verzeichnisse (Samba-Shares), NFS-Verzeichnisse und FTP-Verzeichnisse angezeigt werden (siehe Abbildung 13.3). Dazu kli-

cken Sie einfach im Verzeichnisbaum NETZWERK|LOKALES NETZWERK an. Damit das funktioniert, muss allerdings vorher der *LAN Information Server lisa* konfiguriert werden (siehe Seite 556).

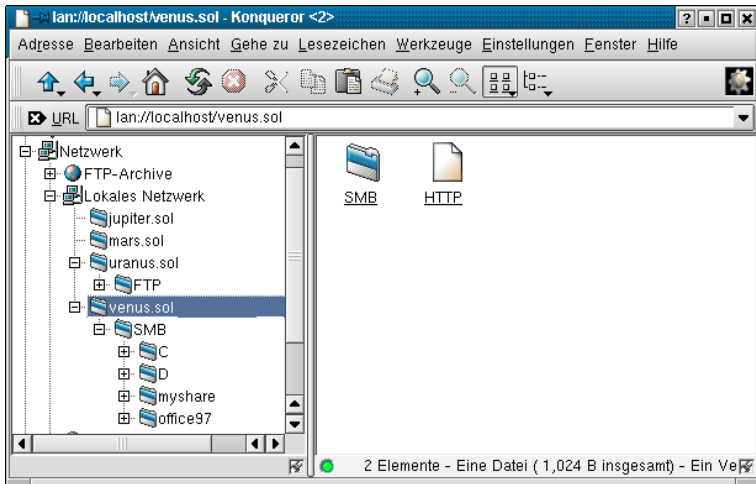


Abbildung 13.3: Konqueror als LAN-Browser

Adresstypen (URL-Protokolle)

In der Adressleiste von konqueror können Sie Webadressen, Dateinamen etc. angeben. Damit der konqueror weiß, wie er die Adresse interpretieren soll, muss das Protokoll vorangestellt werden. Die folgende Liste fasst die wichtigsten von konqueror unterstützten Protokolle zusammen. Beachten Sie bitte, dass manchmal ein, manchmal zwei Schrägstriche erforderlich sind!

file:/etc/fstab	lokale Datei
http://www.kofler.cc	Webseite
ftp://ftp.redhat.com	FTP-Server
smb://venus/myshare	Windows-Netzwerkverzeichnis
lan://venus.sol	Rechner im lokalen Netzwerk (lisa)
rlan://venus.sol	Rechner im lokalen Netzwerk (reslisa)
floppy:/verz/datei	Windows-Diskette
audiocd:/	Audio-CD
tar:/verz/name.tgz	Inhalt eines TAR-Archivs
man:/ls	man-Seite zum Kommando ls
info:/emacs	info-Text zum Programm emacs
help:/kmail	KDE-Hilfe zum Programm kmail

KDE-intern werden diese Protokolle durch so genannte IO-Slaves zur Verfügung gestellt. Es ist zu erwarten, dass konqueror in Zukunft erheblich mehr derartige Protokolle verstehen wird. Ab KDE 2.2 finden Sie im Dialog NETZWERK|PROTOKOLLE des Kontrollzen-

trums eine Liste aller Protokolle, die KDE bekannt sind. Beachten Sie aber, dass nicht alle derartigen Protokolle auch durch *konqueror* dargestellt werden können.

Werkzeuge, Tools

Dieser Abschnitt erhebt natürlich nicht den Anspruch, alle KDE-Programme vorzustellen. Dazu würde hier der Platz nicht reichen. Außerdem werden viele KDE-Programme ohnedies an anderen Stellen in diesem Buch beschrieben. (Werfen Sie einen Blick in das Stichwortverzeichnis, Begriff *KDE*!) Dennoch erscheint es sinnvoll, hier einen Überblick über einige wichtige, oft benötigte Werkzeuge zu geben. Das KDE-Startmenü zeichnet sich nicht durch große Übersichtlichkeit aus, sodass nützliche Werkzeuge oft gar nicht entdeckt werden.

Konsole, Texteditoren

konsole: Das Programm *konsole* ist die KDE-Variante des Shell-Fensters *xterm*. Eine Besonderheit des Programms besteht darin, dass innerhalb des Fensters mehrere Shells (mehrere Konsolen) geöffnet werden können. Das ist ziemlich gewöhnungsbedürftig, spart aber Platz (und Arbeitsspeicher). Wenn Sie den Button **NEU** etwas länger anklicken, erscheint eine Auswahlliste, mit der Sie angeben können, was Sie in der neuen Konsole tun möchten: eine *root*-Shell öffnen, den Midnight-Commander ausführen etc. Zwischen den Shells können Sie mit **(Shift)+(←)** bzw. **+(→)** wechseln.

TIPP

Wenn es Probleme mit der Tastatur gibt (besonders bei den Tasten **(Pos1)** oder **(Ende)**), experimentieren Sie mit **EINSTELLUNGEN|TASTATUR**! Wenn Sie eine geeignete Einstellung gefunden haben, vergessen Sie nicht, diese Einstellung auch zu speichern – anders als bei anderen Programmen kümmert sich *konsole* nicht selbstständig darum!

kedit: Hierbei handelt es sich um einen sehr einfachen Texteditor.

kwrite/kate: *kwrite* ist gewissermaßen die Luxus-Variante zu *kedit*. Der Editor ist vor allem für Programmierer interessant, weil für eine Reihe von Programmiersprachen eine automatische Syntaxhervorhebung durchgeführt wird. Ab KDE-Version 2.2 steht darüber hinaus das Programm *kate* zur Verfügung, das noch mehr Funktionen und Konfigurationsmöglichkeiten bietet.

Dokumente, Bilder etc. betrachten

kghostview: Bei diesem Programm handelt es sich um eine Variante zu *ghostview*. Es dient zum Betrachten von PDF- und PostScript-Dateien.

kdvi: Dieses Programm ermöglicht ein komfortables Lesen von DVI-Dateien (ähnlich *xd-vi*).

kview: Mit diesem Programm können Sie diverse Bitmap-Dateien betrachten.

pixie: Hierbei handelt es sich um ein einfaches Bildverarbeitungsprogramm, mit dem Sie beispielsweise die Farben, den Kontrast etc. verändern können.

ksnapshot: Mit diesem Programm können Sie Screenshots erstellen.

kmag: Dieses Programm vergrößert einen Bildschirmausschnitt (wie xmag).

Datei- und Prozessverwaltung

kdf: Dieses Programm zeigt für alle Datenträger (gemäß `/etc/fstab`) an, wie viel Speicher noch frei ist.

ark, karchiver: Mit diesen Programmen können Sie Dateiarhive in den unterschiedlichsten Formaten bearbeiten (`*.tgz`, `*.zip` etc.).

krusader: Bei diesem Programm handelt es sich um einen Dateimanager mit einem ähnlichen Aussehen wie der Midnight-Commander. Besonders wenn es darum geht, Dateien von einem Verzeichnis in ein anderes zu kopieren bzw. zu verschieben, ist das Programm sehr intuitiv zu bedienen. Praktisch ist auch, dass ein normaler Mausklick (im Gegensatz zum `konqueror`) Dateien und Verzeichnisse nur markiert, nicht startet.

kpm: Dieses Programm zeigt eine Liste aller laufenden Prozesse an (ähnlich wie `top`).

ksysguard: Hierbei handelt es sich um eine Variante zu `kpm`. Das Programm kann besonders komfortabel mit `(Strg)+(Esc)` gestartet werden.

Konfiguration

Wichtige KDE-Komponenten werden über das KDE-Kontrollzentrum (`kcontrol`) konfiguriert. Das Kontrollzentrum öffnet den Zugang zu unzähligen Einzeldialogen. In den meisten Fällen bedürfen die Konfigurationsmöglichkeiten keiner weiteren Erläuterung. Deshalb wird hier auch auf eine vollständige Beschreibung verzichtet. Stattdessen finden Sie hier nur eine Liste der wichtigsten Konfigurationsmöglichkeiten, wobei auch solche Punkte aufgenommen wurden, die nicht unmittelbar über das Kontrollzentrum gesteuert werden.

TIPP

Bisweilen benötigen Sie einen siebten Sinn, um zu erraten, in welchem Punkt des hierarchischen Listenfelds sich die gesuchte Einstellungsmöglichkeit befindet. Wenn Sie auf der Suche nach einem bestimmten Dialog sind, greifen Sie am besten auf die Suchmöglichkeit innerhalb des Kontrollzentrums zurück.

Standby-Zeit für Monitor: Wenn Sie den Monitor nach einer bestimmten Zeit in den Standby-Modus umschalten möchten, finden Sie entsprechende Einstellungsmöglichkeiten im KDE-Kontrollzentrum (Power-Control, Energy-Settings). Entscheidend ist dabei die Standby-Zeit (Zeit für Monitor-Blank). Die Einstellungen Suspend und Power Off sollten bei normalen PC dagegen auf 0 (disabled) gestellt werden; sie sind nur bei einem Notebook anzuwenden.

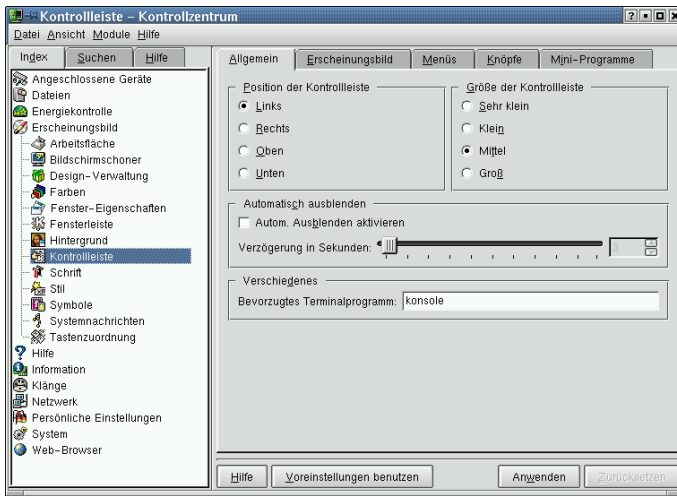


Abbildung 13.4: Das KDE-Kontrollzentrum

Sprache, Tastatur, Fonts

Sprache: Sämtliche Menüs sowie die Online-Hilfe der meisten Programme sind in mehreren Sprachen verfügbar. Die gewünschte Sprache kann im Kontrollzentrum (PERSÖNLICHE EINSTELLUNGEN|LAND UND SPRACHE) eingestellt werden. (Es stehen nur die Sprachen zur Auswahl, für die die entsprechenden `kde-i18n`-Sprachpakete installiert wurden!)

Tastatur: Das unter KDE gültige Tastaturlayout kann im Kontrollzentrum unabhängig von X eingestellt werden. Das bietet insbesondere die Möglichkeit, mehrere Tastaturlayouts zu aktivieren, zwischen denen dann rasch gewechselt werden kann (beispielsweise zur Eingabe mehrsprachiger Texte). Leider funktioniert der Layoutwechsel nicht immer zuverlässig. Den Einstellungsdialog finden Sie bei KDE 2.1 unter PERSÖNLICHE EINSTELLUNGEN|TASTATURLAYOUT, bei KDE 2.2 unter ANGESCHLOSSENE GERÄTE|TASTATUR.

Unabhängig vom Tastaturlayout können auch diverse Tastenkürzel zur Steuerung von KDE verändert oder neu definiert werden (ERSCHEINUNGSBILD|TASTENZUORDNUNG). Eine Liste mit den wichtigsten Defaultkürzeln finden Sie ab Seite 563. Weiters können Sie beim Programm `konqueror` eigene Tastenkürzel definieren (EINSTELLUNGEN|TASTENZUORDNUNGEN).

Zeichensatz: Der Default-Zeichensatz für KDE (z. B. ISO-Latin-1) wird in PERSÖNLICHE EINSTELLUNGEN|LAND UND SPRACHE eingestellt. Wenn Sie das Euro-Zeichen nutzen möchten, bietet sich die Einstellung ISO-Latin-15 an. Allerdings funktioniert das nur dann zufrieden stellend, wenn Sie vorher ausreichend Fonts für diesen Zeichensatz installiert und KDE so konfiguriert haben, dass diese Fonts auch verwendet werden (siehe den nächsten Punkt).

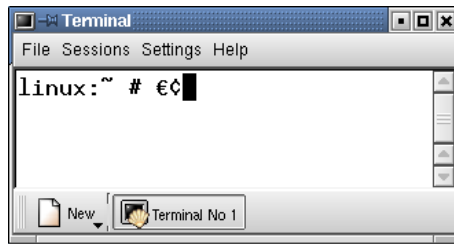


Abbildung 13.5: Euro und Cent in einem KDE-Shell-Fenster

HINWEIS

Seltsamerweise gehen bei einer Veränderung des Zeichensatzes meistens die bisherigen Font-Einstellungen verloren. Sie müssen die Fonts daher neu einstellen (siehe unten).

Grundsätzlich können Sie in den Ländereinstellungen auch den Zeichensatz `iso-10646-1` (Unicode) einstellen. Allerdings handeln Sie sich damit auch einige Probleme ein. Tipps zum Thema Unicode finden Sie auf Seite 560.

Schriftart- und -größe: In `ERSCHEINUNGSBILD|SCHRIFT` können Sie die Defaultschrift für verschiedene KDE-Schrifttypen (Menü, Icons, Fenstertitel etc.) einstellen. Dabei können Sie auch einen bestimmten Zeichensatz angeben. Wenn Sie sich für *default* entscheiden, verwendet KDE den oben beschriebenen Default-Zeichensatz.

Die Schriften von `konqueror`, `konsole`, `kedit` etc. werden separat in den Konfigurationsdialogen dieser Programme eingestellt.

Kantenglättung (Font-Anti-Aliasing): Wenn Sie in KDE Anti-Aliasing-Fonts verwenden möchten, müssen Sie im Kontrollzentrum, Dialogblatt `ERSCHEINUNGSBILD|STIL`, die Option `ANTI-ALIASING` aktivieren. Weitere Informationen zum Anti-Aliasing unter KDE finden Sie auf Seite 520.

Farben: Auch für die Einstellung von Hintergrund-, Text- und sonstigen Farben stehen eine Reihe von Dialogen zur Auswahl (alle in der Gruppe `ERSCHEINUNGSBILD`). Grundsätzlich werden die Farben vieler KDE-Elemente durch so genannte Style-Themen beeinflusst (Einstellung mit `STIL` oder mit `DESIGN-VERWALTUNG`). Davon unabhängig können viele Farben auch separat eingestellt werden (`FARBEN`).

Als Bildschirmhintergrund kann eine einzelne Farbe, ein Farbverlauf oder eine Bitmap eingestellt werden (`HINTERGRUND`). Beachten Sie, dass die Farbeinstellung erst dann wirksam wird, wenn eine eventuell vorhandene Hintergrundgrafik deaktiviert wird. Die Einstellmöglichkeit für die Farbe der Icon-Beschriftung am Desktop ist gut versteckt: `ARBEITSFLÄCHE|ERSCHEINUNGSBILD`.

Startmenü, Panel, Desktop

KDE-Startmenü: Das Startmenü kann mit einem eigenen Menüeditor geändert werden (kmenuedit). Das Programm wird am bequemsten über das Kontextmenü des Panels gestartet.

Start-Icons: Icons aus dem KDE-Start-Menü können Sie per Drag&Drop in das Panel kopieren. Auf diese Weise können Sie oft benötigte Programme rascher und bequemer starten.

Feedback beim Programmstart: Da der Start von Programmen oft relativ lange dauert, ist es angenehm, wenn sofort ein optisches Feedback sichtbar wird. Seit KDE 2.1 wird dazu in der Task-Leiste eine sich drehende CD dargestellt. In KDE 2.2 verändert sich zusätzlich der Mauscursor. Diese Effekte können mit ERSCHEINUNGSBILD|PROGRAMMSTARTANZEIGE verändert werden.

Panel: Die Icons im Panel und die Panel-Bereiche können mit der Maus verschoben werden. Wenn Sie die Bereichsleiste mit der rechten Maustaste anklicken, können Sie das Applet konfigurieren und beenden.

Darüber hinaus können Sie das Panel erweitern und konfigurieren, indem Sie mit der rechten Maustaste einen ungenutzten Panel-Bereich anklicken. Den Panel-Konfigurationsdialog erreichen Sie auch über das KDE-Kontrollzentrum, Menüpunkt ERSCHEINUNGSBILD|KONTROLLLEISTE.

Alle Programme in der Task-Leiste darstellen: In der Task-Leiste werden normalerweise nur die Programme des aktiven Desktops angezeigt. Wenn die Programme *aller* Desktops angezeigt werden sollen, klicken Sie die Applet-Leiste mit der rechten Maustaste an, öffnen den Konfigurationsdialog und ändern die Option ALLE FENSTER ANZEIGEN.

Fensterdekoration: Das Aussehen der Titelleiste von Fenstern wird überraschenderweise nicht über das Kontrollzentrum gesteuert, sondern über das Fenster-Kontextmenü. Mit DEKORATION können Sie zwischen mehreren Varianten wählen.

LISA (LAN Information Server)

Das Programm *lisa* ist genau genommen gar kein KDE-Programm, sondern ein relativ einfacher Netzwerk-Dämon (also ein Hintergrundprogramm). Das Programm sammelt Informationen über andere im lokalen Netzwerk erreichbare Rechner. Dazu werden an alle Adressen in einem wählbaren Adressbereich ping-Pakete gesandt. Außerdem kann das Samba-Programm *nmblookup* zur Suche nach Windows-Rechnern im lokalen Netz eingesetzt werden. *lisa* stellt die so ermittelten Informationen über den TCP/IP-Port 7741 zur Verfügung. Detaillierte Informationen über die Funktionsweise des Programms finden Sie unter:

<http://lisa-home.sourceforge.net>

Für KDE ist das Programm insofern von Interesse, als *konqueror* die Informationen von *lisa* auswerten und dadurch als LAN-Browser verwendet werden kann (siehe Seite

550). Bevor das funktioniert, muss `lisa` aber konfiguriert und gestartet werden, und das ist leider relativ kompliziert.

HINWEIS

Neben `lisa` gibt es die Variante `reslisa`. Die Hauptunterschiede bestehen darin, dass `reslisa` nicht ganze Netzwerkbereiche mit `ping` durchsucht und dass das Programm die Informationen nicht über einen TCP/IP-Port, sondern über eine Windows-Socket-Datei zur Verfügung stellt. `reslisa` geht damit weniger offensiv als `lisa` vor und ist auch für ein lokales Netzwerk mit strengen Sicherheitsvorschriften geeignet.

Dieser Abschnitt behandelt allerdings nur `lisa`. Die `reslisa`-Konfigurationsdialoge sind denen von `lisa` aber sehr ähnlich. Statt eines Adressbereichs müssen Sie aber eine explizite Liste von Rechnern angeben, deren Anwesenheit im Netz überprüft werden soll. In `konqueror` müssen Sie `rlan:/` statt `lan:/` verwenden.

Server-Konfiguration: Die `lisa`-Konfigurationsdialoge befinden sich im KDE-Kontrollzentrum (NETZWERK|LAN-BROWSER). Die Server-Konfiguration im Dialogblatt LISA muss von `root` durchgeführt werden. Wenn Ihr lokales Netz den Adressbereich 192.168.0.* abdeckt, sind folgende Einstellungen erforderlich:

Ping-Adressen: 192.168.0.0/255.255.255.0
 Erlaubte Adressen: 192.168.0.0/255.255.255.0
 Broadcast-Netzwerk: 192.168.0.0/255.255.255.0

Falls auf dem lokalen Rechner Samba installiert ist und sich im lokalen Netzwerk Windows-Rechner befinden, sollten Sie auch die Option NMBLOOKUP ZUR SUCHE BENUTZEN aktivieren. Die weiteren Einstellungsmöglichkeiten brauchen Sie normalerweise nicht zu verändern.

Um `lisa` anschließend probeweise zu starten, führen Sie das folgende Kommando aus. (Die Option `--kde2` ist erforderlich, damit `lisa` die Konfigurationsdateien findet.)

```
root# lisa --kde2
This is the LAN Information Server LISa 0.1
running on port 7741
```

Client-Konfiguration: Jeder KDE-Anwender, der auf die `lisa`-Informationen zugreifen will, muss ebenfalls eine minimale Konfiguration durchführen. Im Regelfall reicht es, im KDE-Kontrollzentrum im Dialog NETZWERK|LAN-BROWSER|LAN-EIN-/AUSGABEMODUL FÜR LISA einfach den Button ANWENDEN anzuklicken. Damit die Einstellungen wirksam werden, müssen Sie KDE verlassen und sich neu einloggen. Testen Sie die neuen LAN-Browser-Fähigkeiten, indem Sie in der `konqueror`-Adressleiste `lan:/` eintippen.

`lisa` automatisch starten: `lisa` muss von `root` gestartet werden. Deswegen ist es nicht möglich, den `lisa`-Start im Rahmen der KDE-Startprozedur durchzuführen (weil diese mit den Rechten des jeweiligen Benutzers ausgeführt wird). `lisa` sollte deswegen als zusätzlicher Dienst innerhalb des `Init-V`-Prozesses eingerichtet werden. Entsprechende

Init-V-Dateien werden zurzeit aber nicht mit KDE mitgeliefert (sind jedoch auf der `lisa`-Website verfügbar).

Noch einfacher ist es, das folgende Kommando in die von Ihrer Konfiguration vorgesehene Datei zur Anpassung des Init-V-Prozesses einzufügen. (Passen Sie die Pfade von `lisa` und deren Konfigurationsdatei `lisarc` an Ihr System an!)

```
# am Ende von /etc/rc.d/rc.local    (Mandrake, Red Hat)
# am Ende von /etc/rc.d/boot.local  (SuSE)
/usr/bin/lisa --config=/root/.kde/share/config/lisarc
```

Bei SuSE wird `boot.local` zu einem Zeitpunkt ausgeführt, zu dem noch kein Netzwerk zur Verfügung steht. `lisa` wartet deswegen ein paar Minuten und versucht danach erneut, andere Rechner im Netz zu finden. Deswegen funktioniert der Browser-Dienst erst nach einigen Minuten.

Sonstige Einstellungen

Popup-Fenster bei der Markierung von Webadressen: Sobald Sie mit der Maus in einem beliebigen Programm eine Webadresse (z. B. `http://www.xy.com`) markieren, erscheint im Panel ein Popup-Menü. Dort können Sie einen Webbrowser (z. B. Konqueror, Netscape, Mozilla) auswählen, wobei die ausgewählte Adresse als Parameter übergeben wird. Im allgemeinen ist das ein nettes Feature, aber wenn Sie häufig Texte eingeben, die Webadressen enthalten, ist das Popup-Fenster eher lästig: Sie verlieren jedes Mal den Eingabefokus und können erst nach ein paar Sekunden weiterarbeiten (wenn Sie das Popup-Fenster mit der Maus geschlossen haben oder wenn dieses nach einer Weile automatisch wieder verschwindet).

Für das Popup-Menü ist das Programm Klipper verantwortlich, das zur Verwaltung der KDE-Zwischenablage dient. Dieses Programm wird im Panel normalerweise als Notizblock-Icon dargestellt und kann über die rechte Maustaste konfiguriert werden. Wenn Sie vermeiden möchten, dass das Popup-Fenster während der Markierung von Texten in bestimmten Programmen erscheint, fügen Sie einfach den Programmnamen zur Liste AKTIONEN DEAKTIVIEREN FÜR FENSTER DES TYPUS WM_CLASS hinzu.

Tipps und Tricks

Online-Hilfe: Zu fast allen KDE-Programmen gibt es eine umfassende Dokumentation im HTML-Format, die am einfachsten mit **(F1)** angezeigt werden kann. Dazu wird das Programm `konqueror` gestartet. (Teilweise steht die Dokumentation allerdings nur in englischer Sprache zur Verfügung. man-Seiten zu KDE-Programmen sind nicht üblich.)

Über das KDE-Startmenü können Sie zur Startseite des KDE-Hilfesystems gelangen (KHelpcenter). Dort bietet der SUCHEN-Dialog die Möglichkeit, eine Volltextsuche in allen KDE-Hilfetexten durchzuführen. Damit das funktioniert, muss das Paket `htdig` installiert sein.

Vor der ersten Suche muss der Suchindex erstellt werden. Dazu klicken Sie den Button **STICHWORTVERZEICHNIS AKTUALISIEREN** an. Im nun erscheinenden Dialog müssen Sie den Button **STICHWORTVERZEICHNIS ERSTELLEN** anklicken. (OK beendet den Dialog.) Eventuell müssen Sie vorher die Pfade zu den `htdig`-Programmdateien richtig einstellen. (Dies gilt insbesondere für SuSE!)

Der Index wird im Verzeichnis `~/.kde/share/apps/khelpcenter` gespeichert. (Der Index wird also für jeden KDE-Benutzer separat verwaltet. Auf Systemen mit vielen KDE-Benutzern bedeutet das eine unnötige Verschwendung von Speicherplatz.)

Alle Fenster verkleinern: Oft ist es unmöglich, ein Desktop-Icon anzuklicken, weil Dutzende von Fenstern geöffnet sind und so die Sicht auf die eigentliche Desktop-Oberfläche verwehren. Mit dem Panel-Button **ARBEITSFLÄCHE ANZEIGEN** können Sie alle Fenster verkleinern. Wenn Sie den Button ein zweites Mal anklicken, erscheinen alle Fenster wieder dort, wo sie bisher waren. Wenn dieser Button fehlt, können Sie ihn im Panel-Kontextmenü mit **HINZUFÜGEN|ZUGRIFF AUF ARBEITSFLÄCHE** erzeugen.

Animationen abschalten: Wenn Sie KDE auf einem langsamen Rechner ausführen, stören die vielen KDE-Animationen nur. Die wichtigsten Einstellungen sind in den beiden folgenden Menüs des Kontrollzentrums versteckt:

ERSCHEINUNGSBILD|FENSTER-EIGENSCHAFTEN|ERWEITERT
ERSCHEINUNGSBILD|KONTROLLLEISTE|ERSCHEINUNGSBILD

Ab KDE 2.2 können Sie fast alle KDE-Animationen zentral mit dem Programm `kpersonalizer` ein- und ausschalten.

CD- und Floppy-Icons auf dem Desktop: Bei den meisten Distributionen enthält der KDE-Desktop Icons, mit denen der Inhalt einer Diskette bzw. einer CD-ROM oder DVD betrachtet werden kann. Beim Anklicken solcher Icons wird der Datenträger automatisch in das Dateisystem eingebunden (`mount`). Über ein Kontextmenü können Sie auch `umount` ausführen. (Die etwas langatmige Übersetzung des Menükommandos ins Deutsche lautet **LAUFWERK-EINBINDUNG LÖSEN**.)

Wenn derartige Icons auf Ihrem Desktop fehlen, können Sie sie leicht selbst anlegen: Dazu klicken Sie den Desktop mit der rechten Maustaste an und führen das Kommando **NEU ERSTELLEN|CD-ROM bzw. -|DISKETTE** aus. Im nun erscheinenden Dialog brauchen Sie nur noch den Device-Namen des Datenträgers angeben.

Grundsätzlich funktioniert dieses Verfahren auch für Datenpartitionen (z. B. für Windows- oder Linux-Partitionen, die bei Bedarf verwendet werden sollen). Dazu geben Sie als Device einfach den Partitionsnamen an.

Je nachdem, ob der Datenträger gerade in das Dateisystem eingebunden ist oder nicht, zeigt KDE unterschiedliche Icons an (bei CD-ROMs eines mit einem grünen Licht und eines ohne diese Kennzeichnung). Wenn Sie statt der CD-Icons andere Icons verwenden möchten, können Sie diese in den Blättern des Eigenschaftsdialogs einstellen: im Dialogblatt **ALLGEMEIN** das Icon für den aktiven Datenträger und im Dialogblatt **GERÄT** das Icon für den zurzeit nicht verwendeten Datenträger.

Unicode

KDE verspricht, dass es ab Version 2.*n* Unicode-kompatibel ist. Prinzipiell stimmt das auch. Beispielsweise werden fast alle Konfigurationsdateien per Default im UTF-8-Format gespeichert. In Menüs, Dialogen etc. können folgerichtig alle Unicode-Zeichen dargestellt werden, sofern geeignete Fonts installiert sind (siehe auch Seite 521).

Dennoch ist die Umstellung auf Unicode keineswegs problemlos. Sobald Sie im Kontrollzentrum im Dialog **PERSÖNLICHE EINSTELLUNGEN**|**LAND UND SPRACHE** den Defaultzeichensatz auf **iso-10646-1** (Unicode) einstellen, erwarten alle neu gestarteten Programme nur noch Unicode-Eingaben. Da Sie auf Ihrem Rechner vermutlich auch mit anderen Programmen arbeiten, die möglicherweise noch nicht Unicode-kompatibel sind, ist dieser recht fundamentalistische Ansatz nicht ganz optimal.

Diverse Unicode-Tests haben zwar gezeigt, dass ein Arbeiten grundsätzlich möglich ist. Gleichzeitig sind aber so viele Detailprobleme aufgetreten, dass der Eindruck entstanden ist, dass die Zeit wohl noch nicht reif für Unicode ist.

konqueror: Wenn Sie das Programm als Webbrowser verwenden, sendet es Formulardaten in veränderter Form (vermutlich im Unicode-Format). Wundern Sie sich also nicht, wenn plötzlich kein Login mehr funktioniert.

Etwas überraschend (weil inkonsequent) ist das Verhalten des Programms bei der Verwendung als Dateimanager. Dateinamen werden weiterhin betrachtet, als wären sie gemäß ISO-Latin-1 codiert.

konsole: Mit **EINSTELLUNGEN**|**SCHRIFT**|**UNICODE** können Sie eine Unicode-Schrift auswählen. Das hat aber erst dann zufrieden stellend funktioniert, nachdem ich den KDE-Default-Zeichensatz auf Unicode umgestellt und das Font-Anti-Aliasing deaktiviert hatte. Generell ist es mir nicht gelungen, die Logik des **SCHRIFT**-Menüs und seiner Einstellungsmöglichkeiten zu verstehen.

kedit: Das Programm erwartet, dass alle Dateien, die mit ihm bearbeitet werden sollen, im Unicode-Format vorliegen. Außerdem müssen Sie im **EINSTELLUNGEN**-Menü einen geeigneten Font auswählen.

TIPP

Wenn Sie in KDE das Font-Anti-Aliasing aktiviert haben, können Sie in allen KDE-Programmen nur TrueType-Fonts auswählen (weil Anti-Aliasing zurzeit nur für TrueType-Fonts möglich ist). Da es eine ganze Reihe brauchbarere Unicode-Fonts gibt, die *nicht* als TrueType-Fonts zur Verfügung stehen, ist es im Zusammenhang mit Unicode meist sinnvoll, das Anti-Aliasing abzuschalten.

Interna

Konfigurationsdateien: Individuelle Einstellungen (sowohl durch das KDE-Kontrollzentrum als auch durch einzelne KDE-Programme) werden in Textdateien gespeichert, deren Name üblicherweise mit `-rc` endet. Je nach Distribution befinden sich diese Dateien im Verzeichnis `~/.kde` bzw. in `~/.kde2` (SuSE). Die Dateien sind wie Windows-INI-Dateien formatiert, d. h. einzelnen Einstellungsgruppen ist die Zeile `[gruppenname]` vorangestellt. Beachten Sie, dass für KDE-Konfigurationsdateien überwiegend das Unicode-Format (UTF-8) verwendet wird!

desktop-Dateien: Verknüpfungen zu Programmen oder Objekten, die in KDE als Icons dargestellt werden (am Desktop, im Startmenü und im Panel), werden intern in Unicode-Textdateien mit der Kennung `.desktop` gespeichert. Beispielsweise besteht das gesamte KDE-Startmenü aus einer Reihe von Verzeichnissen, die `.desktop`-Dateien enthalten. Bei Verzeichnissen übernimmt die Datei `.directory` die Rolle der `.desktop`-Datei.

Die `.desktop`-Dateien können zahllose Informationen enthalten, beispielsweise den Objektnamen in mehreren Sprachen, den Namen des Icons, Informationen zum Datentyp etc. KDE kennt dabei mehrere Objekttypen für `.desktop`-Dateien: Programme, Verzeichnisse, Devices (Links auf Geräte oder Partitionen), FTP- und URL-Links und MIME-Datentypen.

Desktop-Zustand wiederherstellen: Wenn Sie KDE verlassen, können Sie den aktuellen Desktop-Zustand speichern. Die Einstellungen werden dazu in der Datei `.kde/share/config/ksmserverrc` gesichert. Beim nächsten Start versucht KDE den vorherigen Zustand wiederherzustellen.

Programmstart via kdeinit: Wenn Sie mit `ps ax` eine Liste der laufenden Prozesse erstellen, werden Sie feststellen, dass fast alle Prozesse den Namen `kdeinit` haben. Das liegt daran, dass beim Start von KDE der Prozess `kdeinit` gestartet wird. Damit werden alle KDE-spezifischen Bibliotheken initialisiert. Bei einem späteren Start von KDE-Programmen über das Panel werden diese Programme als neuer Prozess von `kdeinit` abgeleitet. Der Sinn dieser Vorgehensweise besteht darin, den Start von KDE-Programmen zu beschleunigen. (Ein Grund, weswegen der Start eines KDE-Programms relativ langsam ist, besteht darin, dass der Linker zahlreiche dynamische Bibliotheken mit dem Programm vereinen muss. Durch die Verwendung von `kdeinit` braucht dieser Prozess nur ein einziges Mal durchgeführt werden.)

VERWEIS

Wenn Sie sich für die Interna des Starts von KDE-Programmen und im speziellen für `kdeinit` interessieren, finden Sie hier (in englischer Sprache) eine Analyse von Waldo Bastian, einem KDE-Programmierer:

<http://www.suse.de/~bastian/Export/linking.txt>

Lokale KDE-Verzeichnisse: Die folgende Liste fasst die Orte der wichtigsten KDE-Verzeichnisse zusammen. Beachten Sie, dass die Verzeichnisse nicht unveränderlich vorgegeben sind, sondern im Kontrollzentrum eingestellt werden können (ERSCHEINUNGS-BILD|ARBEITSFLÄCHE). Es kann auch distributionsspezifische Unterschiede geben. So

verwendet SuSE üblicherweise die Verzeichnisse `.kde2` und `KDesktop` (statt `.kde` und `Desktop`)! Wenn es Probleme mit den Verzeichnissen gibt, lohnt eventuell auch ein Blick in das KDE-Start-Script `startkde`, das manchmal ebenfalls distributionsspezifische Anpassungen enthält.

<code>~/.kde/share/applnk</code>	Persönliches Menü
<code>~/.kde/share/apps</code>	Programmspezifische Daten
<code>~/.kde/share/config</code>	Lokale Konfigurationseinstellungen
<code>~/.kde/share/icons</code>	Lokale Icons
<code>~/.kde/share/mimelnk</code>	Lokale MIME-Typen
<code>~/Desktop</code>	Desktop-Informationen
<code>~/Desktop/Autostart</code>	Programme automatisch starten
<code>~/Desktop/Trash</code>	Papierkorb

Probleme

Gemessen daran, dass das KDE-Projekt relativ jung ist, bietet der Desktop bereits unglaublich viele Funktionen. Eine Tatsache ist aber leider auch, dass die Stabilität von KDE deutlich geringer ist als die von anderen Linux-Komponenten.

Keine Fonts verfügbar: Manchmal kommt es vor, dass in der X-Login-Box `kdm` keine Fonts angezeigt werden. Wenn Sie den Login blind durchführen, werden Sie auch im laufenden KDE-System feststellen, dass die meisten Fonts fehlen. Das Problem hat allerdings nichts mit KDE zu tun, sondern mit der DDC-Kommunikation zwischen `XFree86` und dem Monitor – siehe Seite 534.

KDE hängt unmittelbar nach dem Login: KDE versucht während des Starts, den bisherigen Desktop-Zustand wieder herzustellen. Dabei bleibt KDE auf meinem System regelmäßig hängen (ca. jedes zehnte Mal). Die Ursache für diese Hänger ist wahrscheinlich das Programm `konqueror`. Abhilfe schafft auch in diesem Fall die Tastenkombination **(Strg)+(Alt)+(Backspace)**. Damit werden KDE und X gleichermaßen beendet. Bei einem neuerlichen Login-Versuch klappt es dann meistens, d. h. die Hänger sind nicht reproduzierbar. Zur Not können Sie vor dem KDE-Login die Datei mit den Session-Informationen in einer Textkonsole löschen:

```
~/.kde[2]/share/config/ksmserverrc
```

Außer Kontrolle geratene Programme: Leider kommt es immer wieder vor, dass ein KDE-Programm abstürzt. Wesentlich schlimmer ist allerdings ein anderes Verhalten, das ebenfalls nicht untypisch ist: Das Programm bleibt in einer Endlosschleife hängen und verbraucht dabei die gesamte CPU-Kapazität. Um ein derartiges Programm zu erkennen, führen Sie am besten in einer Konsole `top` aus. Dort können Sie das Programm auch gleich mit **(K)** (kill) beenden, wobei Sie das Signal 9 versenden müssen.

Als besonders fehleranfällig hat sich der KDE-Universal-Browser `konqueror` erwiesen. Beachten Sie bitte, dass es im Regelfall nicht gelingt, dieses Programm (wenn es einmal außer Kontrolle ist), mit `xkill` oder mit `(Strg)+(Alt)+(Esc)` zu stoppen! Damit wird zwar das Fenster geschlossen, Teile des Prozesses laufen aber meistens weiter.

`killall konqueror` führt nicht zum Programmende, weil das Programm im Regelfall – wie alle KDE-Programme – via `kdeinit` gestartet wurde und daher `kdeinit` als Prozessnamen aufweist (siehe Seite 561).

Fenster lässt sich nicht nach vorn klicken: Normalerweise werden Fenster durch einen gewöhnlichen Mausklick nicht nur zum aktiven Fenster, sondern sie werden auch über allen anderen Fenstern platziert. Nach einem Desktop-Wechsel funktioniert das manchmal nicht: Das Fenster erhält zwar den Eingabefokus (wird also zum aktiven Fenster), es bleibt aber im Hintergrund und wird eventuell teilweise von anderen Fenstern verdeckt. In diesem Fall müssen Sie den Fensterrahmen anklicken, um das Fenster nach vorn zu bringen.

Maus und Tastatur

Die folgenden Tabellen fassen die Defaultkürzel des KDE-Window Managers zusammen. Wie so vieles andere sind auch diese Kürzel im Kontrollzentrum konfigurierbar. Die meisten Einstellungen können in den folgenden Dialogen durchgeführt werden:

Tastatur: ERSCHEINUNGSBILD|TASTENZUORDNUNG

Fensteroperationen mit der Maus: ERSCHEINUNGSBILD|FENSTER-EIGENSCHAFTEN

Desktop-Operationen mit der Maus: ERSCHEINUNGSBILD|ARBEITSFLÄCHE

Darüber hinaus besitzen manche Programme (z. B. `konqueror` zusätzliche Einstellungsmöglichkeiten).

Mauskürzel am Desktop

Mittlere Maustaste	Menü mit einer Liste aller laufenden Programme
Rechte Maustaste	Menü mit einigen elementaren Kommandos

Mauskürzel im Fenstertitel

Mittlere Maustaste	Fenster ganz nach unten bewegen
Rechte Maustaste	Fenstermenü (maximieren, minimieren, bewegen)
Doppelklick	Fenster auf Fenstertitel verkleinern

Mauskürzel im Fensterinneren

<code>(Alt)</code> + Linke Maustaste	Fenster verschieben
<code>(Alt)</code> + Mittlere Maustaste	Fenster ganz nach unten
<code>(Alt)</code> + Rechte Maustaste	Fenstergröße ändern

KDE-Tastenkürzel

(Alt)+(Tab)	Aktives Programm wechseln
(Strg)+(Tab)	Virtuellen Desktop wechseln
(Strg)+(F1) bis (F12)	Virtuellen Desktop 1 bis 12 aktivieren
(Alt)+(F1)	KDE-Menü aufrufen
(Alt)+(F2)	Programm starten
(Alt)+(F3)	Fenstermenü anzeigen
(Alt)+(F4)	Fenster schließen, Programm beenden
(Alt)+(F5)	Liste aller Fenster anzeigen
(Strg)+(Alt)+(K)	Tastaturlayout ändern
(Strg)+(Alt)+(V)	Menü der Zwischenablage anzeigen (klipper)
(Strg)+(Esc)	ksysguard starten
(Strg)+(Alt)+(Esc)	Programm gewaltsam beenden (xkill)
(Strg)+(Alt)+(Entf)	KDE beenden

Konqueror-Tastenkürzel

(Strg)+(B)	Adresse in Bookmark-Liste speichern
(Strg)+(D)	aktuelles Fenster duplizieren
(Strg)+(N)	neues (leeres) Fenster öffnen
(Strg)+(O)	neue Adresse eingeben
(Alt)+(O)	Cursor in die Adressleiste (URL) bewegen
(F5)	Seite neu laden
(Shift) + Linke Maustaste	Datei markieren
(Strg)+(+) (Minus)	Dateien gemäß Muster markieren
(Strg)+(C)	Datei zum Kopieren markieren
(Strg)+(F)	Datei suchen (<i>find</i>)
(Strg)+(V)	Dateien einfügen (kopieren)
(Strg)+(X)	Datei zum Löschen markieren
(Strg)+(Z)	Operation rückgängig machen
(Entf)	Datei in den Papierkorb löschen
(F2)	Datei umbenennen
(F7)	Dateien kopieren

13.3 Gnome

Dieser Abschnitt gibt eine erste Einführung in die Kernkomponenten von Gnome in Kombination mit dem Dateimanager Nautilus und dem Window Manager Sawfish. Für dieses Kapitel habe ich Gnome 1.4 unter mehreren Linux-Distributionen getestet, wobei die Erfahrungen mit Mandrake 8 und SuSE 7.2 eher frustrierend waren. (Gnome 1.4 wurde praktisch im letzten Moment in die Distribution aufgenommen und verhielt sich entsprechend instabil.) Schon deutlich besser funktionierte Gnome 1.4 in der Ximian-Variante (siehe Seite 574) bzw. bei aktuellen Distributionen. Hier war ein komfortables Arbeiten ohne lange Bastelarbeiten möglich.

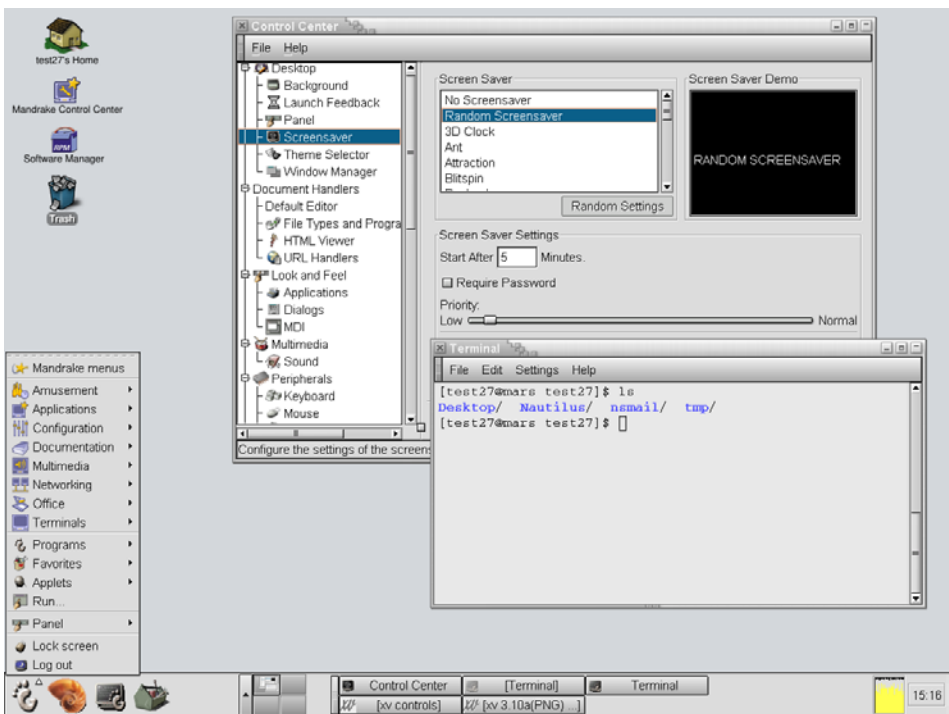


Abbildung 13.6: Die Benutzeroberfläche von Gnome (Mandrake)

Umfassende Informationen zu Gnome finden Sie natürlich im Internet:

<http://www.gnome.org>

Überlebensregeln

- Im Gegensatz zu KDE ist in Gnome zum Auslösen von Icon-Aktionen (also etwa zum Start eines Programms) meistens ein Doppelklick erforderlich. Dies gilt insbesondere für Icons am Desktop und für Nautilus. Eine Ausnahme stellen allerdings Icons im Panel (in der Task-Leiste) dar: Bei diesen Icons reicht ein einzelner Klick.
- Bei sehr vielen Programmen bzw. Gnome-Komponenten kann mit der rechten Maustaste ein Kontextmenü aufgerufen werden.
- Fast alle Gnome-Programme kommen mit Drag&Drop zurecht. Wenn Sie zusätzlich zur linken Maustaste (Strg) drücken, kopieren Sie das Objekt.
- Für die Verwaltung und Darstellung von Icons auf dem Desktop ist nicht Gnome selbst, sondern der Dateimanager zuständig (seit Version 1.4 Nautilus).
- Ebenso ist für die Verwaltung der Fenster ein Window Manager verantwortlich (momentan üblicherweise Sawfish). Konfigurationseinstellungen, die den Umgang mit Fenstern betreffen, sind also bei der Konfiguration des Window Managers zu suchen!
- Verlassen Sie Gnome nicht mit (Strg)+(u>Alt)+(u>Backspace)! Verwenden Sie stattdessen das Kommando LOG OUT des Startmenüs. Gnome speichert dann Informationen über momentan laufende Programme und versucht, den aktuellen Zustand beim nächsten Gnome-Start wiederherzustellen.

Panel

Wie bei KDE dominiert auch bei Gnome ein so genanntes Panel die Bedienung. Dabei handelt es sich um die Leiste, die üblicherweise am unteren Bildschirmrand dargestellt wird. Das Panel bietet vergleichbare Funktionen wie die Windows-Task-Leiste. Das Panel kann aber ganz einfach mit der Maus an einen anderen Bildschirmrand verschoben werden. (Je nach Konfiguration gibt es auch zwei Panels, von denen eines wie ein Menü aussieht.)

Das Panel enthält das durch einen Fuß symbolisierte Gnome-Start-Menü, Buttons zum bequemen Start einiger wichtiger Programme sowie eine Reihe von Panel-Bereichen, in denen so genannte Applets (Mini-Programme) ausgeführt werden. Die folgende Liste zählt die wichtigsten der zahllosen zur Verfügung stehenden Applets auf:

- Desk Guide (Pager): Das Applet ermöglicht den Wechsel zwischen mehreren virtuellen Desktops (per Default: vier).
- Tasklist: In diesem Applet werden alle laufenden Programme angezeigt. Aus Platzgründen werden normalerweise nur die Programme des gerade aktiven Desktops angezeigt; außerdem werden mehrere gleichartige Fenster (z. B. alle Konsolenfenster, alle Fenster des Programms Gimps) zu einer Gruppe zusammengefasst. Dieses Verhalten ist aber natürlich konfigurierbar.
- CPU Load Applet: Dieses Programm zeigt die aktuelle CPU-Auslastung an.
- Clock: Dieses Programm zeigt die Uhrzeit an. (Es stehen diverse Clock-Applets zur Auswahl.)

- **Mini-Commander:** Dieses Applet stellt eine kleine Eingabezeile zur Verfügung, in der Kommandos ausgeführt werden können. (Endlich brauchen Sie zu diesem Zweck nicht mehr in ein Shell-Fenster wechseln!) Im Applet kann **(Tab)** zur Expansion (eindeutiger) Kommandonamen verwendet werden. Über den History-Button können Sie bequem auf die zuletzt verwendeten Kommandos zurückgreifen. Und dank des Konfigurationsdialogs ist sogar die Definition beliebiger Abkürzungen (Makros) möglich.
- **GKB (Gnome Keyboard Switcher):** Dieses Applet ermöglicht es, rasch und bequem zwischen unterschiedlichen Tastaturlayouts umzuschalten (beispielsweise zur Eingabe mehrsprachiger Texte).

Applets können über das Kontextmenü des Panels (rechte Maustaste) hinzugefügt werden. Bereits vorhandene Panel können Sie über ein Kontextmenü konfigurieren und bei Bedarf wieder entfernen. Mit der mittleren Maustaste können Sie Icons bzw. Applets verschieben. Wenn Sie dabei gleichzeitig **(Shift)** drücken, verschieben Sie damit auch andere Panel-Elemente. Wenn Sie stattdessen **(Alt)** drücken, bleiben andere Icons an ihrem bisherigen Platz.

Tipp

Wenn Sie das Gnome-Startmenü verändern möchten, verwenden Sie dazu am besten den Gnome-Menü-Editor `gmenu`.

Wenn Sie die zahlreichen Möglichkeiten des Panels nutzen, wird dieses rasch zu klein. Das ist aber kein Problem: Fügen Sie einfach ein zweites Panel hinzu: `PANEL|CREATE PANEL|EDGE PANEL`.

Nautilus

Nautilus ist gleichermaßen ein Dateimanager und ein Webbrowser. Außerdem kümmert sich das Programm um die Icons, die am Desktop angezeigt werden. Nautilus wurde von der Firma Eazel entwickelt. Leider musste die Firma kurz nach der Fertigstellung von Version 1.0 Ihren Geschäftsbetrieb einstellen. Da der Nautilus-Programmcodex frei verfügbar ist (GPL), wird Nautilus nun von der Gnome-Gemeinde weiterentwickelt.

Nautilus hinterlässt einen widersprüchlichen Eindruck: Einerseits wurde Nautilus (zu Recht) wegen seines herausragenden Designs in vielen Publikationen und Testberichten gewürdigt. Einzelne Funktionen – etwa die Icon-Preview-Ansicht, die bei Textdateien die ersten Zeilen der Datei anzeigt – sind sicherlich richtungsweisend. Ein nettes Feature ist auch, dass Nautilus als einziges Gnome-Programm bereits das Anti-Aliasing beherrscht (und zwar nicht nur für Text, sondern auch für Icons).

Andererseits weist das Programm grobe Mängel in der Funktionalität auf. Beispielsweise konnten bei Version 1.0 elementare Operationen (Dateien kopieren) nicht mit der Tastatur durchgeführt werden. Zwar ist dieser Mangel mittlerweile behoben, aber dieses Detail zeigt, dass den Entwicklern das Design wichtiger war als die Praxistauglichkeit. Als lästig haben sich auch die hohen Ressourcenanforderungen des Programms erwiesen – das Arbeiten macht nur mit einem leistungsstarken Rechner Spaß.

Die unter Nautilus zur Auswahl stehenden Funktionen hängen davon ab, in welchem Modus das Programm ausgeführt wird (Einsteiger, Fortgeschrittene, Profis). Sie können den Modus im PREFERENCES-Menü ändern.

HINWEIS

Eine allgemein gültige Beschreibung von Nautilus ist schwierig, weil das Programm noch sehr stark in der Entwicklung ist. Dieser Abschnitt erwähnt eine Reihe von Funktionen, die zwar in der aktuellsten mir zugänglichen Version 1.0.4 zur Verfügung standen, in der nur wenige Wochen älteren Version 1.0 dagegen noch nicht.

Nautilus als Dateimanager

Nautilus zeigt Dateien per Default in Form von Icons an. Die Icon-Größe kann eingestellt werden. Neben der Icon-Sicht kennt das Programm auch eine Listendarstellung. Für einzelne Verzeichnisse können Sie diese in der Toolbar aktivieren. Wenn Sie die Listenansicht per Default (also für alle Verzeichnisse) nutzen möchten, können Sie im Listenfeld VIEW AS ICONS/LIST das Kommando VIEW AS OTHERS ausführen. Es erscheint nun ein Dialog, in dem Sie die Ansicht VIEW AS LIST zur Defaultansicht machen können.

Am linken Fensterrand zeigt Nautilus einen Balken an, in dem wahlweise eigene Notizen zum Verzeichnis, eine Liste aller Hilfethemen oder ein Verzeichnisbaum angezeigt werden kann. Wenn Sie den Balken aus Platzgründen ganz entfernen möchten, führen Sie VIEW|HIDE SIDEBAR aus.

Konfiguration: Das Nautilus-Konfigurationskommando versteckt sich in einem Menü, das durch einen Kreis, ein Quadrat oder eine Raute gekennzeichnet ist (je nach Modus). Dort können Sie unter anderem die Defaultschriftart einstellen. Falls Sie auf einem etwas älteren Rechner arbeiten, sollten Sie einen Blick in die Dialoge APPEARANCE und SPEED TRADEOFFS werfen. Dort können Sie mit einigen Optionen das Aussehen von Nautilus steuern. Dabei gilt eine einfache Regel: Je weniger Wert Sie auf schönes Aussehen legen, desto schneller und effizienter läuft das Programm.

root-Warnungen abstellen: Wenn Sie Nautilus als root verwenden, erscheint mit dem Start jeder neuen Nautilus-Instanz eine Warnung: Sie könnten als root Ihr System beschädigen. Diese Warnung ist ja an sich sinnvoll, aber manchmal ist es eben notwendig, als root zu arbeiten, und etwa beim zehnten Mal beginnt die Warnung dann wirklich zu nerven. Abhilfe ist zum Glück einfach: Fügen Sie in die Datei /root/.bashrc die folgende Zeile ein:

```
# in /root/.bashrc
export NAUTILUS_OK_TO_RUN_AS_ROOT=1
```

Desktop-Icons: Die am Desktop sichtbaren Icons werden von Nautilus verwaltet. Die relevanten Daten werden im Verzeichnis ~/.nautilus/desktop gespeichert. Icons werden in Form von XML-Dateien verwaltet. Die Datei username.xml für die Darstellung des Heimatverzeichnis-Icons sieht beispielsweise so aus:

```
<?xml version="1.0"?>
<nautilus_object
  nautilus_link="Home Link"
  custom_icon="temp-home.png"
  link="file:///home/username"/
>
```

Über die Icon-Dateien hinaus gibt es noch einige Verwaltungsinformationen: Zum einen enthält die Datei `.nautilus-metafile.xml` Daten über die Anordnung der Icons auf dem Desktop. Zum anderen enthält das Unterverzeichnis `.thumbnails` verkleinerte Bilder für die Icon-Darstellung von Bitmap- und Textdateien.

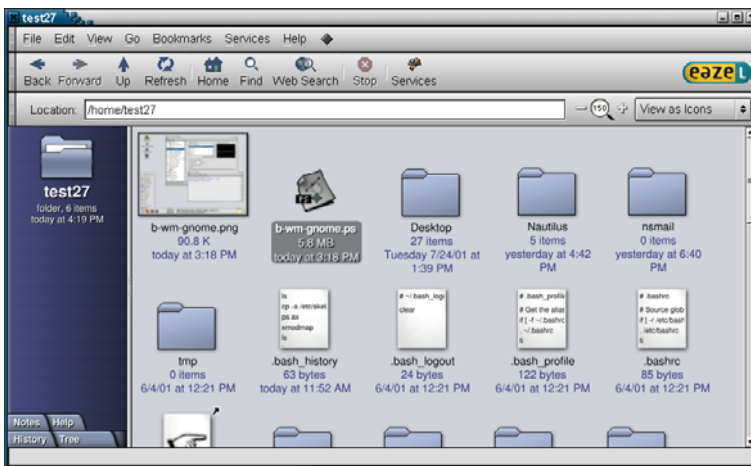


Abbildung 13.7: Nautilus

Suche nach Dateien: Zur Suche nach Dateien bietet Nautilus 1.0 die Möglichkeit an, selbst einen Index aller Dateien zu verwalten (ähnlich wie das Kommando `updatedb`). Das beschleunigt später die Suche. Allerdings sind die anfängliche Erstellung und die spätere Aktualisierung des Index langsam. Ich habe die Funktion nach einigen Experimenten abgeschaltet, weil mich die immer wieder einsetzende Indexaktualisierung zu sehr genervt hat. In der mit Red Hat 7.2 mitgelieferten Nautilus-Version war die Funktion dann ganz verschwunden.

Umgang mit Disketten, CDs etc.: Anders als der frühere Gnome-Dateimanager `gmc` sieht Nautilus keine Icons für den Zugriff auf CD-ROMs, Disketten und andere Datenträger vor. Stattdessen führt ein Klick mit der rechten Maustaste auf den Desktop zu einem DISKS-Kontextmenü mit einer Liste von Datenträgern (alle in `/etc/fstab` deklarierten Disketten, CD-ROMs und Windows-Partitionen). Wenn Sie einen dieser Datenträger anklicken, wird dieser in das Dateisystem eingebunden (`mount`). Gleichzeitig erscheint am Desktop ein Icon. Erst ein Doppelklick auf dieses Icon zeigt dann in Nautilus das Inhaltsverzeichnis an.

Um den Datenträger wieder aus dem Verzeichnisbaum zu entfernen, klicken Sie das Icon mit der rechten Maustaste an und führen das Kommando `UMOUNT VOLUME` an. Mit diesem Kommando verschwindet das Datenträger-Icon wieder vom Desktop. Falls es sich bei dem Datenträger um eine CD-ROM handelt, wird diese aus dem Laufwerk ausgeworfen.

HINWEIS

Beachten Sie bitte, dass bei Gnome der Dateimanager auch für die Darstellung der Icons auf dem Desktop verantwortlich ist. Aus diesem Grund darf nur ein Dateimanager ausgeführt werden!

Mit vielen Linux-Distributionen wird auch `gmc` noch mitgeliefert, der Dateimanager früherer Gnome-Versionen. Wenn Sie dieses Programm statt Nautilus verwenden möchten, müssen Sie zuerst Nautilus mit dem Kommando `nautilus -q` vollständig beenden. Anschließend können Sie `gmc` starten. Dabei verschwinden die von Nautilus verwalteten Icons, stattdessen erscheinen neue Icons von `gmc`. Probleme könnte es allerdings beim Verlassen von Gnome und bei einem neuerlichen Login geben, weil Nautilus beim nächsten Gnome-Start automatisch wieder ausgeführt wird.

`gmc` kann übrigens nur mit dem Menükommando `COMMANDS|EXIT` beendet werden. Wenn Sie `kill` verwenden, wird `gmc` sofort neu gestartet.

TIPP

Grundsätzlich können Sie Nautilus natürlich auch unter KDE verwenden. Dazu sollten Sie das Programm aber so konfigurieren, dass sich Nautilus nicht um den Desktop kümmert und dort keine Icons anzeigt (Dialogblatt `PREFERENCES|WINDOWS & DESKTOP`). Eine echte Integration zwischen Nautilus und KDE ist aber eigentlich unmöglich: Nautilus wird bei einem Doppelklick auf Dateien Gnome- statt KDE-Programme starten, umgekehrt sind die von KDE verwalteten Desktop-Icons mit `konqueror` statt mit Nautilus verbunden etc.

Nautilus als Webbrowser

Wenn Sie Nautilus als Webbrowser einsetzen, greift das Programm zur Darstellung der Webseiten auf Mozilla zurück. Nautilus kümmert sich lediglich um die Bookmarks-Verwaltung und ähnliche Dinge. Nautilus bietet aber nicht einmal eine Möglichkeit, eine grundlegende Konfiguration des Browsers (Schriftgröße) durchzuführen, und unterstützt weder JavaScript noch Java. Insofern ist Nautilus zurzeit als Ersatz für einen vollwertigen Browser ungeeignet. Immerhin werden im Browser-Modus einige Buttons angezeigt, die ein bequemes Öffnen der aktuellen Seite mit Galeon, Mozilla, Netscape etc. ermöglichen.

Nautilus als universelle Gnome-Benutzerschnittstelle

Die mit Red Hat 7.2 mitgelieferte Nautilus-Version dient nicht nur als Datei- und Webbrowser, sondern auch als Schnittstelle zum Gnome-Menü, zu den Konfigurationsdialogen des Gnome-Kontrollzentrums etc. (siehe Abbildung 13.8). Dazu interpretiert Nautilus einige Spezialadressen:

start-here:	Icons für die fünf folgenden Adressen
favorites:	entspricht dem Gnome-Favorites-Menü
preferences:	Dialoge des Gnome-Kontrollzentrums
programs:	entspricht dem Gnome-Startmenü
server-settings:	führt zu Red-Hat-Konfigurationsprogrammen
system-settings:	führt zu Red-Hat-Konfigurationsprogrammen



Abbildung 13.8: Gnome als Schnittstelle zu Programmen, Konfigurationsdialogen etc.

Gnome-Terminal

Das Programm `gnome-terminal` ist die Gnome-Variante des Shell-Fensters `xterm`. In der Defaulteinstellung verwendet das Programm eine ziemlich kleine Schrift auf schwarzem Hintergrund. Eine augenfreundlichere Einstellung können Sie mit `SETTINGS|PREFERENCES` durchführen. Beachten Sie, dass die Farbeinstellung `BLACK ON WHITE` erst nach einem Neuzeichnen des Fensters funktioniert (**(Strg)+L**).

Eine Besonderheit des Programms besteht darin, dass Webadressen automatisch unterstrichen werden, wenn Sie die Maus darüber bewegen. Wenn Sie die Adresse jetzt mit der rechten Maustaste anklicken, können Sie die Seite sofort in einem Webbrowser anzeigen. (Wenn Sie sich den Umweg über das Kontextmenü sparen möchten, verwenden Sie **(Strg)+Linke Maustaste**.)

TIPP

Wenn Sie Dateien oder Verzeichnisse von Nautilus per Drag&Drop in das Shell-Fenster bewegen, wird der vollständige Dateiname eingefügt.

Gnome-Konfiguration

Wie KDE bietet auch Gnome unglaublich viele Konfigurationsmöglichkeiten. Nehmen Sie sich ein bisschen Zeit zum Experimentieren – es lohnt sich! Die Arbeit macht einfach viel mehr Spaß, wenn der Desktop nach den persönlichen Vorlieben konfiguriert ist. Die meisten Einstellungen können Sie mit dem Gnome-Kontrollzentrum `gnomecc` durchführen.

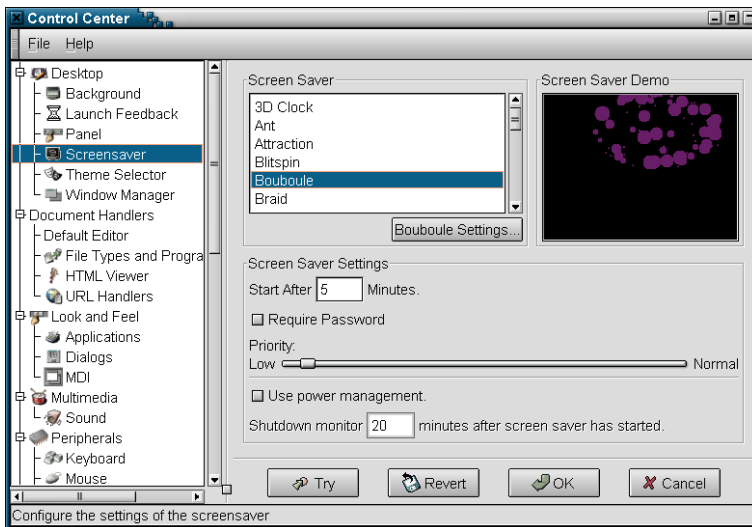


Abbildung 13.9: Das Gnome-Kontrollzentrum

Sprache, Ländereinstellung: Im Gnome-Kontrollzentrum gibt es keinen eigenen Punkt für Ländereinstellungen. Der Grund dafür ist einfach: Gnome wertet die Variablen `$LANG` und `$LC_ALL` aus (siehe Seite 192) und zeigt Menüs, Zeitangaben etc. automatisch in der so bestimmten Sprache an. Auch der Zeichensatz wird auf diese Weise bestimmt. (Beachten Sie, dass Gnome 1.4 nicht Unicode-kompatibel ist.)

HINWEIS

Zwar sieht Gnome wie KDE vor, dass alle Dialoge, Menüs etc. in der jeweiligen Landessprache angezeigt werden. Allerdings ist die Übersetzung der vielen Zeichenketten noch nicht so weit gediehen. So erscheinen trotz deutscher Spracheinstellung viele Dialoge mit englischen Dialogelementen. Um ein Durcheinander aus deutschen und englischen Begriffen zu vermeiden, verwendet dieser Abschnitt ausschließlich die englischen Bezeichnungen.

Tastatur: Auch bei der Tastatur werden die Systemeinstellungen (insbesondere das in `XF86Config` eingestellte Layout) berücksichtigt. Im Kontrollzentrum können Sie lediglich Parameter wie die Wiederholgeschwindigkeit beim längeren Drücken einer Taste einstellen. Falls Sie während der Arbeit in Gnome das Tastaturlayout rasch wechseln möchten (etwa bei der Eingabe mehrsprachiger Texte), verwenden Sie am besten das bereits erwähnte Panel-Applet GKB.

Fonts für Menüs, Dialoge etc: Die Standardschrift für Menüs und Dialoge kann im Dialog DESKTOP|THEME SELECTOR eingestellt werden. Diese Schrift gilt allerdings nicht für Fenstertitel (dafür ist der Window Manager zuständig).

Feedback beim Programmstart: Da der Start mancher Programme etwas länger dauert, ist es angenehm, wenn sofort ein optisches Feedback sichtbar wird. Gnome bietet dazu gleich verschiedene Formen des Feedbacks (Mausdarstellung mit Sanduhr, ein Popup-Fenster etc.), die mit DESKTOP|LAUNCH FEEDBACK eingestellt werden können.

Session-Management: Wenn Sie Gnome beenden, wird automatisch gespeichert, welche Programme gerade laufen. Beim nächsten Start versucht Gnome, den bisherigen Desktop-Zustand wieder möglichst exakt herzustellen. Der Dialog SESSION|SESSION PROPERTIES bietet darüber hinaus die Möglichkeit, mehrere Session-Profile zu erstellen.

Sawfish-Konfiguration

Wie bereits erwähnt, enthält Gnome selbst keinen Window Manager. Vielmehr delegiert Gnome diese Funktionen an ein externes Programm. Das bedeutet aber auch, dass eine ganze Reihe von Details, die die Bedienung von Gnome betreffen, in Wirklichkeit durch den Window Manager bestimmt werden. Aus diesem Grund ist die Konfiguration des Window Managers ein wichtiger Bestandteil der Gnome-Konfiguration.

Window Manager auswählen: Sofern mehrere Gnome-kompatible Window Manager installiert sind, können Sie das gewünschte Programm im Kontrollzentrum einstellen (DESKTOP|WINDOW MANAGER).

Alle weiteren Informationen in diesem Abschnitt gehen davon aus, dass Sie als Window Manager das Programm Sawfish ausgewählt haben. (Das ist zurzeit die übliche Defaulteinstellung.)

Fensterbeschriftung, Fensterdekoration: Die Schriftart für die Fenstertitel wird im Dialog SAWFISH|APPEARANCE eingestellt. Im selben Dialog können Sie auch die gewünschte Fensterdekoration einstellen (Listenfeld DEFAULT FRAME STYLE). Sie können sogar bestimmen, an welchen Orten neue Fenster erscheinen sollen (SAWFISH|PLACEMENT), ob sich Sawfish die bisherigen Orte merken soll etc.

Eingabefokus: Von Microsoft Windows sind Sie es wahrscheinlich gewöhnt, dass ein Fenster nach einem Mausklick den Eingabefokus behält, bis ein anderes Fenster angeklickt wird – unabhängig davon, wo sich die Maus gerade findet. Unter X war früher ein anderes Verfahren üblich: Das Fenster, über dem sich gerade die Maus befindet, gilt als aktives Fenster und empfängt alle Tasteneingaben. (Bei der Sawfish-Defaultkonfiguration von SuSE 7.2 gilt dieses Verfahren als Defaulteinstellung.)

Im Dialog SAWFISH|FOCUS können Sie beide Varianten einstellen – und darüber hinaus noch angeben, ob ein Fenster, wenn es den Eingabefokus erhält, gleichsam sofort über alle anderen Fenster gehoben wird. (Beachten Sie, dass auch die Dialoge MINIMIZING AND MAXIMIZING sowie MOVING AND RESIZING Einstellungen enthalten, die den Eingabe-

fokus betreffen: So können Sie beispielsweise festlegen, ob ein Fenster automatisch den Eingabefokus erhalten soll, wenn seine Größe verändert wird.)

Tasten- und Mauskürzel: Im Dialog SAWFISH|SHORTCUTS können Sie angeben, was bei der Eingabe bestimmter Tastenkürzel bzw. beim Drücken bestimmter Maustastenkombinationen geschehen soll. Die Kürzel können für drei Ebenen eingestellt werden: Globale Tastenkürzel, Maustastenkürzel für Fenster und Maustastenkürzel für die Titelleiste von Fenstern.

So viel gleich vorweg: Der Versuch, die Kürzel selbst einzustellen, ist sowohl unter SuSE 7.2 als auch bei Mandrake 8 in den meisten Fällen gescheitert (merkwürdigerweise aber nicht immer). Auch die voreingestellten Kürzel funktionierten nur teilweise. Es ist unklar geblieben, was die Ursache für diese Probleme war (möglicherweise die Defaulteinstellung für die (Strg)- und (Alt)-Tasten bei diesen Distributionen).

Anzahl der virtuellen Desktops: Normalerweise verwaltet Sawfish vier virtuelle Desktops. Wenn Sie gern mehr oder weniger Desktops hätten, finden Sie entsprechende Einstellmöglichkeiten im Dialog SAWFISH|WORKSPACES.

Ximian Gnome

Neben der offiziellen Gnome-Version von www.gnome.org, die mit den meisten Distributionen mitgeliefert wird, gibt es auch eine besonders benutzerfreundliche Gnome-Variante von der Firma Ximian. Zu den wichtigsten Vorteilen dieser Gnome-Variante zählen die gute Defaultkonfiguration, die auf Anhieb ein komfortables Arbeiten ermöglicht, und die einfache Wartung des Systems. (Mit dem Programm Red Carpet können einzelne Pakete des Ximian-Gnome-Systems einfach aktualisiert werden.)

Der einzige Nachteil besteht darin, dass Sie das System selbst installieren müssen. Der Installationsprozess funktioniert für die wichtigsten Distributionen weitgehend automatisch, setzt aber eine gute Internet-Verbindung voraus. (Für die Defaultinstallation müssen immerhin ca. 120 MByte übertragen werden! Sie können aber natürlich auch Ximian-Gnome-CDs bestellen.)

VERWEIS

Detaillierte Informationen zu Ximian Gnome sowie zu anderen von Ximian entwickelten Programmen finden Sie hier:

<http://www.ximian.com>

VORSICHT

Red Hat rät von der Verwendung von Ximian ab. Als offizieller Grund wird angegeben, dass dadurch ein späteres Distributions-Update unmöglich wird. Ein anderer Grund könnte natürlich sein, dass das Ximian-Programm Red Carpet (siehe unten) eine zurzeit kostenlose Alternative zum relativ teuren Red-Hat-Programm `up2date` ist ...

Installation

Ich habe Ximian-Gnome unter Red Hat 7.1 ausprobiert. Dazu müssen ca. 350 MByte freier Festplattenspeicher zur Verfügung stehen. Die Installation beginnt mit dem folgenden Kommando, das unter X als root ausgeführt werden muss:

```
root# lynx -source http://go-gnome.com | sh
```

Damit wird ein relativ kleines grafisches Installationsprogramm aus dem Internet geladen, installiert und ausgeführt. Die weitere Installation erfolgt mit Hilfe dieses Programms. Es muss eigentlich nur ein FTP-Server ausgewählt werden, der Rest erfolgt automatisch. Die erforderlichen RPM-Dateien werden zuerst alle im Verzeichnis `/var/cache/redcarpet/packages` zwischengespeichert und anschließend installiert. (Eventuell vorhandene RPM-Pakete werden dabei durch die Ximian-Pakete ersetzt!)

Nach Abschluss der Installation müssen Sie drei Fragen beantworten: Soll der X Display Manager unverändert bleiben oder soll in Zukunft der Gnome-Display-Manager `gdm` verwendet werden? Sollen die zur Ximian-Installation heruntergeladenen RPM-Dateien gelöscht werden? (Die Pakete wurden ja mittlerweile installiert. Wenn alles geklappt hat, werden sie nicht mehr benötigt.) Soll X sofort neu gestartet werden? (Das sollten Sie üblicherweise verneinen und stattdessen den laufenden Desktop wie üblich beenden und X anschließend selbst neu starten.) Beim ersten Login in das neue Ximian-Gnome-System können Sie sich optional bei Ximian registrieren.

Der Ximian-Gnome-Desktop wird durch zwei schmale Panels dominiert. Das Panel am oberen Bildschirmrand enthält ein Startmenü, ein Systemmenü (Konfiguration, Start des Programms Red Carpet, Logout) sowie zwei Buttons zum Start von Mozilla und zum Start eines Terminal-Fensters. Das Panel am unteren Bildschirmrand enthält die Task-Leiste sowie den Desktop-Pager. An der Defaultkonfiguration stört eigentlich nur der Hintergrund mit einem Muster, das das Lesen der Icon-Texte fast unmöglich macht. Stellen Sie einfach mit dem Gnome-Kontrollzentrum einen anderen Hintergrund ein!

Red Carpet

Eine Besonderheit von Ximian Gnome ist das Programm Red Carpet, das mit `SYSTEM|GET SOFTWARE` gestartet wird. Das Programm ermöglicht es, die Software-Pakete des Ximian-Gnome-Desktops zu aktualisieren. Das Programm kann aber auch als Ersatz für den Paketmanager Ihrer jeweiligen Distribution verwendet werden.

Red Carpet basiert dabei auf so genannten Kanälen. Ein Kanal umfasst alle Paketinformationen zu einem bestimmten Thema. Als ich das Programm getestet habe, standen neben dem Ximian-Gnome-Kanal auch Kanäle für Testversionen anderer Ximian-Programme sowie für Red Hat 7.1 zur Auswahl. Die zur Auswahl stehenden Kanäle werden im Dialogblatt `UNSUBSCRIBED CHANNELS` angezeigt. Dort können Sie die gewünschten Kanäle auswählen und abonnieren.

Um ein Software-Update durchzuführen, wählen Sie im Dialogblatt `SUBSCRIBED CHANNELS` einen Kanal aus. Es erscheint nun eine Liste von Paketen, von denen es aktuellere

Versionen gibt. Sie können nun einzelne Pakete auswählen und installieren. Darüber hinaus können Sie auch diverse Zusatzprogramme installieren.

Red Carpet bietet an sich keine Funktionen, die nicht auch von den Paketmanagern der meisten Distributionen geboten werden. Das Programm besticht aber durch seine einfache und effiziente Bedienung. Unklar ist natürlich noch, wie lange die Firma Ximian diesen Service kostenlos zur Verfügung stellen kann – insbesondere in Anbetracht dessen, dass Red Hat einen vergleichbaren Dienst nur relativ teuer anbietet.

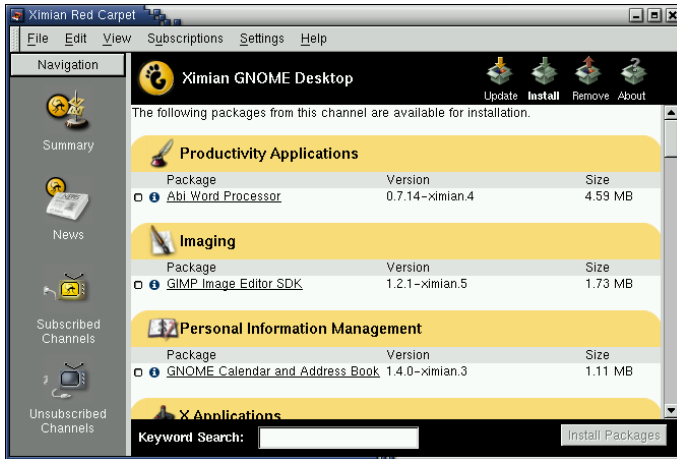


Abbildung 13.10: Red Carpet

Maus- und Tastenkürzel

Die folgenden Tabellen fassen die bei Ximian Gnome gültigen Defaultkürzel des Window Managers Sawfish und des Dateimanagers Nautilus zusammen. Beachten Sie, dass die meisten Kürzel konfigurierbar sind (Dialogblatt SWAFISH|SHORTCUTS) und dass bei anderen Distributionen zum Teil andere Defaulteinstellungen gelten!

Mauskürzel auf dem Desktop

Mittlere Maustaste	Sawfish-Menü (Programmstart, Desktop-Wechsel etc.)
Rechte Maustaste	Nautilus-Menü (Zugriff auf Datenträger etc.)

Mauskürzel im Fenstertitel

Mittlere Maustaste	Fenstergröße ändern
Rechte Maustaste	Fenstermenü (maximieren, minimieren, bewegen)
Doppelklick	Fenster minimieren (auf Titelleiste reduzieren)

Mauskürzel im Fensterinneren

(Alt) + Linke Maustaste	Fenster verschieben
(Alt) + Mittlere Maustaste	Fenster vergrößern bzw. verkleinern
(Alt) + Rechte Maustaste	Fenster ganz nach hinten/vorn bewegen

Globale Tastenkürzel

(Alt) + (Tab)	aktives Programm wechseln
(Alt) + (F1) bis (F4)	Desktop <i>n</i> aktivieren
(Strg) + (Alt) + (←)	voriger Desktop
(Strg) + (Alt) + (→)	nächster Desktop

Nautilus-Tastenkürzel

(Strg) + (A)	alle Dateien markieren
(Strg) + (B)	Bookmark auf aktuelle Seite bzw. auf das aktuelle Verzeichnis legen
(Strg) + (C)	Datei zum Kopieren markieren
(Strg) + (D)	markierte Datei duplizieren
(Strg) + (F)	Datei suchen (<i>find</i>)
(Strg) + (L)	Link auf die markierte Datei anlegen
(Strg) + (N)	neues Verzeichnis anlegen
(Strg) + (R)	Daten neu einlesen (<i>refresh</i>)
(Strg) + (T)	in den Müllkorb löschen (<i>trash</i>)
(Strg) + (U)	in das übergeordnete Verzeichnis wechseln
(Strg) + (V)	Dateien einfügen (kopieren)
(Strg) + (-)	Zoom-Faktor verkleinern
(Strg) + (=)	Zoom-Faktor vergrößern
(Strg) + (I)	zurück zur vorigen Ansicht bzw. Seite

Interna

Glossar

Hinter den Kulissen von Gnome arbeiten unzählige Software-Komponenten und -Bibliotheken mit klingenden Namen. Der Platz reicht hier nicht aus, um diese im Detail zu beschreiben. Die folgende Liste bietet aber immerhin eine Art Glossar, das dabei helfen sollte, die Gnome-Dokumentation etwas besser zu verstehen.

CORBA, ORBIT, Bonobo: Bonobo ist das Gnome-Komponentenmodell, das unter anderem die Infrastruktur für den Umgang mit Objekten zur Verfügung stellt. Vergleichbare Windows-Technologien sind COM bzw. ActiveX.

Bonobo baut auf ORBit auf. Dabei handelt es sich um die Gnome-Implementierung von CORBA. CORBA wiederum ist ein Unix-weiter Standard zum Nachrichtenaustausch zwischen Objekten.

GConf: Hierbei handelt es sich um eine Registrierdatenbank für Gnome-Programme (vergleichbar mit der Registry von Microsoft Windows). Zur Verwaltung dieser Datenbank wird zusammen mit Gnome der Dämon `gconfd-1` gestartet.

GTK+: Hierbei handelt es sich um eine Bibliothek zur Programmierung grafischer Benutzeroberflächen. GTK wurde ursprünglich für das Programm Gimp entwickelt, stellt aber nun gewissermaßen das Fundament von Gnome dar. Als Ergänzung zu GTK+ existiert eine Reihe so genannter Widgets (Komponenten für Benutzeroberflächen).

OAF: OAF kümmert sich darum, dass zur Bearbeitung von Dokumenten die richtigen Programme eingesetzt werden (dass also etwa eine *.mp3-Datei durch einen MP3-Player abgespielt wird). OAF bzw. der Dämon `oafd` bildet die Schnittstelle zwischen Bonobo und MIME (siehe Seite 229).

VERWEIS

Wenn Sie sich mehr für die Interna von Gnome interessieren, bildet die folgende Seite einen guten Startpunkt:

<http://developer.gnome.org/arch/>

Verzeichnisse

Die folgende Liste fasst die Orte der wichtigsten benutzerspezifischen Gnome-Verzeichnisse zusammen:

<code>~/.gconf/*</code>	eine Art Registrierdatenbank für Gnome
<code>~/.gnome/*</code>	lokale Konfigurationsdateien
<code>~/.gnome/apps/*</code>	persönliches Menü
<code>~/.gnome/session</code>	Desktop-Zustand beim Logout (Session-Management)
<code>~/.nautilus/*</code>	Dateien von Nautilus
<code>~/.nautilus/Desktop/</code>	Desktop-Icons
<code>~/.sawfish</code>	Sawfish-Einstellungen

Darüber hinaus erzeugt Nautilus in jedem Verzeichnis, dessen Inhalt betrachtet wird, ein `.thumbnails`-Verzeichnis mit verkleinerten Bilddateien für die Icons.

Teil III

Netzwerke/Internet

Kapitel 14

Linux als Netzwerk-Client

Dieses Kapitel beschreibt, wie ein Linux-Rechner in ein lokales Netzwerk (LAN) eingebunden wird. Sofern das LAN mit dem Internet verbunden ist, können die Internet-Funktionen auch unter Linux genutzt werden. Grundsätzlich sind dabei keinerlei Probleme zu erwarten; mit etwas Erfahrung ist die Konfiguration in ein bis zwei Minuten erledigt.

Im Verlauf dieses Kapitels lernen Sie, wie Sie eine Ethernet-Netzwerkkarte unter Linux einbinden und welche Parameter Sie einstellen müssen, um die Verbindung sowohl zum lokalen Netzwerk als auch zum Internet herzustellen. Das Kapitel geht auch auf die Nutzung der wichtigsten Dienste in lokalen Netzen ein, nämlich auf den Zugriff auf Dateien und Verzeichnisse im Netz (NFS, Samba) und auf die Benutzung von Druckern im Netz.

VERWEIS

Dieses Kapitel ist das erste einer ganzen Reihe zum Thema Netzwerke/Internet. Falls Sie die Verbindung zum Internet selbst herstellen müssen, finden Sie dazu im nächsten Kapitel Informationen (PPP, Modem, ISDN, ADSL). Informationen zur Nutzung der wichtigsten Netzwerkdienste und Internet-Dienste (WWW, FTP, E-Mail, News) werden in den Kapiteln 16 bis 18 behandelt. Wenn Sie Ihren Linux-Rechner schließlich nicht als Client, sondern als Server innerhalb eines lokalen Netzwerks verwenden möchten, gibt das Kapitel 19 dazu einleitende Informationen.

14.1 Schnelleinstieg

Wenn Sie bereits Netzwerkkenntnisse besitzen, finden Sie hier eine Kurzanleitung, wie Sie Linux innerhalb weniger Minuten so konfigurieren, dass der Rechner in das lokale Netz eingebettet ist. Sofern das Netzwerk eine Internet-Verbindung zur Verfügung stellt (Internet-Gateway), können Sie auch die elementaren Internet-Dienste (z. B. WWW, FTP, Telnet) sofort nutzen.

Alle hier beschriebenen Konfigurationsarbeiten können wahlweise durch das Installationsprogramm Ihrer Linux-Distribution, durch die Konfigurationstools Ihrer Distribution oder manuell durchgeführt werden (d. h. durch die direkte Veränderung diverser Dateien im `/etc`-Verzeichnis). Dieser Abschnitt beschränkt sich auf die Konfigurationstools von Mandrake, Red Hat und SuSE.

VERWEIS

Wenn Ihnen die in diesem Abschnitt verwendeten Begriffe wie IP-Nummer, Gateway, Hostname etc. unbekannt sind, finden Sie in den folgenden Abschnitten die erforderlichen Hintergrundinformationen bis hin zu Informationen, welche Konfigurationsdateien Sie gegebenenfalls manuell verändern können. Falls Sie den Internet-Zugang selbst via Modem/ISDN/ADSL einrichten müssen, hilft Ihnen das nächste Kapitel weiter.

Netzwerkeinbindung mit `netcfg` und `neat` (Red Hat)

Red Hat stellt je nach Version gleich mehrere Tools zur Netzwerkkonfiguration zur Verfügung. Es sind allerdings nicht alle Programme per Default installiert. Beachten Sie auch, dass Red Hat das Programm `linuxconf` in den README-Dateien zu Red Hat 7.1 als 'deprecated' (obsolet) bezeichnet hat, sodass dessen Anwendung nicht mehr empfohlen wird.

Red Hat 7.1: Zur Auswahl stehen `netcfg` (X), `netconfig` (Textmodus) sowie `linuxconf` und dessen Teilkomponente `netconf`.

Red Hat 7.2: Das Defaultprogramm zur LAN- und Internet-Konfiguration wurde vollkommen neu entwickelt und heißt nun `neat` (*Network Administration Tool*). Das Programm läuft nur unter X und ist Teil des `redhat-config-network`-Pakets. Wenn Sie die Konfiguration im Textmodus durchführen möchten, können Sie weiterhin auf `netconf` zurückgreifen. Auch `linuxconf` steht weiterhin zur Verfügung.

Netzwerkkonfiguration mit `netcfg` (Red Hat 7.1)

Zur Konfiguration des Netzwerkzugangs starten Sie als `root` das Programm `netcfg`. Dort klicken Sie das Dialogblatt `INTERFACES` an und fügen mit `ADD` ein neues Interface hinzu, wobei Sie als Interface-Typ `ETHERNET` auswählen. Wenn Sie möchten, dass die Netzwerkverbindung beim Rechnerstart automatisch hergestellt wird, klicken Sie nun

im Device-Dialog die Option **ACTIVATE AT BOOT TIME** an. Die weiteren Einstellungen hängen davon ab, ob es in Ihrem lokalen Netzwerk einen DHCP-Server gibt.

- **Mit DHCP:** In diesem Fall brauchen Sie nur noch bei **INTERFACE CONFIGURATION PROTOCOL** die Option **DHCP** auszuwählen.
- **Ohne DHCP:** Sie müssen im Device-Dialog die IP-Adresse Ihres Rechners sowie die Netzwerkmaske des lokalen Netzwerks angeben. Nach Abschluss des Dialogs müssen Sie außerdem im **NAMES**-Dialogblatt die Name-Server-Adresse (DNS-Adresse) und im **ROUTING**-Dialogblatt die Adresse des Internet-Gateways angeben.

Damit die Verbindung sofort hergestellt wird, müssen Sie das Interface im Hauptdialog noch aktivieren (Button **ACTIVATE**).

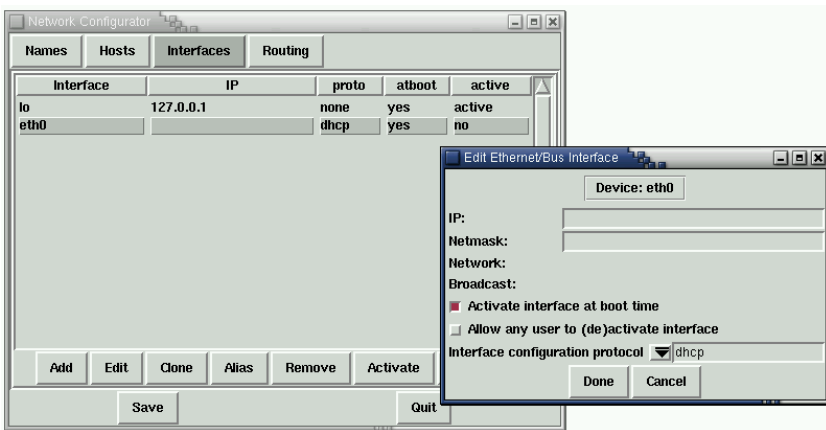


Abbildung 14.1: Netzwerkkonfiguration mit netcfg

netcfg setzt voraus, dass Ihre Netzwerkkarte bereits erkannt wurde. Das geschieht während der Installation automatisch. Wenn Sie die Netzwerkkarte erst später eingebaut haben, sollte sie beim nächsten Rechnerstart erkannt werden (durch das Hardware-Erkennungsprogramm kudzu, das während des Init-V-Prozesses ausgeführt wird).

Werfen Sie einen Blick in die Datei `/etc/modules.conf`. Wenn es dort eine Zeile der Art `alias eth0 xyz` gibt, dann ist xyz der Modulname für die Netzwerkkarte. Tipps zur manuellen Konfiguration der Netzwerkkarten finden Sie auf Seite 597.

Bei PCMCIA-Netzwerkkarten ist übrigens keine Einstellung in `modules.conf` erforderlich. Für die richtige Erkennung ist das PCMCIA-Programm `cardmgr` verantwortlich (siehe auch Seite 466). Der Karte wird dann automatisch das Device `eth0` zugeordnet.

Netzwerkconfiguration mit neat (Red Hat 7.2)

Hardware-Konfiguration: Bevor Sie die Netzwerkkarte konfigurieren, sollten Sie sich vergewissern, dass die Hardware dieser Karte bereits erkannt wurde. Dazu klicken Sie in neat das Dialogblatt **HARDWARE** an. Dort sollte für jedes Ethernet-Device (z. B. `eth0` und `eth1`, wenn Sie zwei Netzwerkkarten besitzen) die korrekte Hardware-Beschreibung angezeigt werden. Wenn das nicht der Fall ist, können Sie das erforderliche Hardware-Modul selbst auswählen. (Sie müssen dazu aber genau wissen, welche Ethernet-Karte Sie besitzen.)

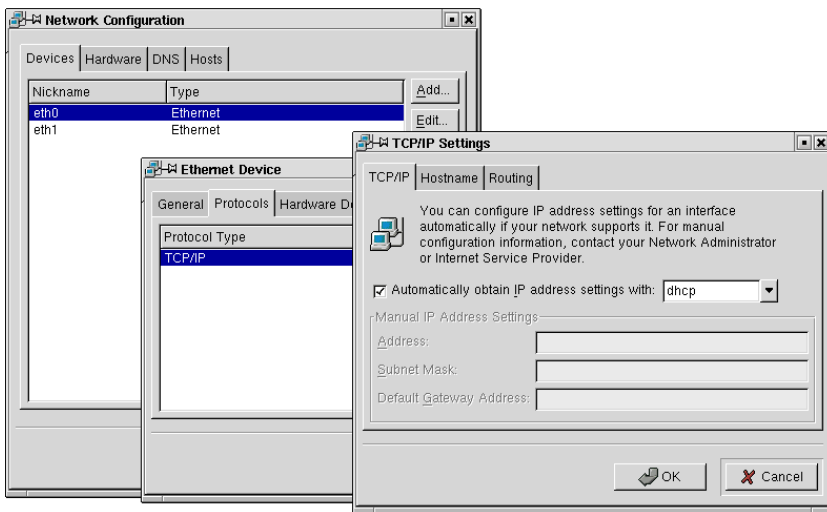


Abbildung 14.2: Netzwerkconfiguration mit neat

Netzwerkconfiguration mit DHCP: Dazu klicken Sie im **DEVICE**-Blatt **ADD** an und geben den gewünschten Device-Typ an (normalerweise Ethernet). Es erscheint ein weiterer Dialog mit drei Dialogblättern:

Im Blatt **GENERAL** geben Sie den gewünschten Namen für die Schnittstelle an (z. B. `eth0` für die erste Ethernet-Schnittstelle).

Im Blatt **PROTOCOLS** ist das Protokoll **TCP/IP** bereits vorgegeben. Mit **EDIT** geben Sie die Eigenschaften dieses Protokolls an. Dabei brauchen Sie lediglich die Option **AUTOMATICALLY OBTAIN IP ADDRESS SETTINGS WITH DHCP** anklicken. Die anderen Optionen dieses Dialogblatts sollten Sie unverändert lassen.

Im Blatt **HARDWARE-DEVICE** können Sie das Device auswählen, das intern verwendet wird. Wenn Sie nur eine Ethernet-Karte besitzen, ist `eth0` bereits automatisch ausgewählt; andernfalls müssen Sie das Device aus einer Liste auswählen.

Netzwerkconfiguration ohne DHCP: Die Konfiguration ohne einen DHCP-Server im lokalen Netz erfolgt auf dieselbe Weise wie oben. Der einzige Unterschied betrifft den Eigenschaftsdialog zum Protokoll **TCP/IP**: Dort deaktivieren Sie die Option **AUTOMATI-**

CALLY OBTAIN Anschließend geben Sie Ihre gewünschte IP-Adresse, die Netzmaske, die Gateway-Adresse und den gewünschten Rechnernamen an.

Netzwerk aktivieren: Die Änderungen an der Netzwerkkonfiguration werden beim Verlassen von neat leider nicht immer automatisch aktiv. Führen Sie gegebenenfalls das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/network restart
```

Netzwerk-Interfaces mit usernetctl ein- und ausschalten

root kann eine einzelne Netzwerkschnittstelle mit dem Kommando usernetctl bequem ein- und ausschalten:

```
root# usernetctl eth0 up
root# usernetctl eth0 down
```

Gewöhnliche Benutzer können dieses Kommando nur ausführen, wenn sie den vollständigen Pfad angeben (/usr/sbin/usernetctl). Ob sie tatsächlich den Status von Netzwerkverbindungen verändern dürfen, hängt von der Konfiguration ab. (neat sieht dazu im Ethernet-Eigenschaftsdialog die folgende Option vor: ALLOW ALL USERS TO ENABLE AND DISABLE THE DEVICE.

Netzwerkeinbindung mit draknet (Mandrake)

Mandrake sieht zur Netzwerkkonfiguration das Programm draknet vor. Dieses Programm eignet sich zur Konfiguration von Modems, ISDN, ADSL etc. An dieser Stelle wird aber nur die LAN-Konfiguration beschrieben.

VERWEIS

draknet setzt voraus, dass Ihre Netzwerkkarte bereits erkannt wurde und ein entsprechender Eintrag in /etc/modules.conf vorhanden ist (alias eth0 xyz). Das geschieht während der Installation automatisch. Wenn Sie die Netzwerkkarte erst später eingebaut haben, sollte sie beim nächsten Rechnerstart erkannt werden (durch das Hardware-Erkennungsprogramm harddrake, das während des Init-V-Prozesses ausgeführt wird). Gegebenenfalls können Sie harddrake auch selbst ausführen und die Konfiguration dort durchführen. Tipps zur manuellen Konfiguration der Netzwerkkarten finden Sie auf Seite 597.

Neukonfiguration: Für eine Neukonfiguration starten Sie entweder draknet als eigenständiges Programm, oder Sie klicken im Mandrake-Kontrollzentrum im Dialog NETWORK & INTERNET|CONNECTION den Button CONFIGURE an. (Dadurch wird ebenfalls draknet gestartet.)

Es erscheinen nun einige Dialoge: Im ersten Dialog schalten Sie AUTO DETECTION ab. Im zweiten Dialog geben Sie an, dass Sie eine LAN CONNECTION konfigurieren möchten. Im dritten Dialog können Sie wahlweise die IP-Adresse Ihres Rechners und die Netzmaske

angeben oder aber die Option DHCP anklicken. Im letzten Dialog können Sie schließlich den Netzwerknamen Ihres Rechners einstellen. Falls Sie keinen DHCP-Zugang haben, müssen Sie hier auch die Adressen des Name Servers (DNS) und des Internet-Gateways angeben.

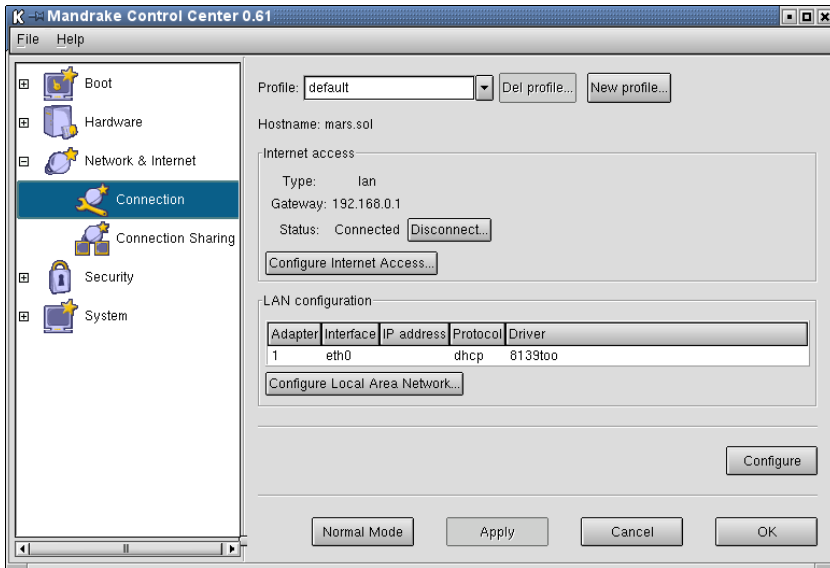


Abbildung 14.3: Zusammenfassung der Netzwerkeinstellungen im Mandrake-Kontrollzentrum

Vorhandene Konfiguration ändern: Wenn Sie einzelne Parameter der Netzwerkkonfiguration ändern möchten, aktivieren Sie im Netzwerk-Dialog des Mandrake-Kontrollzentrums den EXPERT MODE. Anschließend können Sie einige Parameter des Ethernet-Interface verändern (z. B. die IP-Adresse etc.). draknet sieht allerdings keine Möglichkeit vor, einmal eingerichtete Netzwerk-Interfaces wieder zu entfernen. In solchen Fällen empfiehlt sich die Verwendung des Programms `netconf`. (Dazu müssen Sie vorher `linux-conf` installieren.)

Netzwerkeinbindung mit YaST2 (SuSE)

Bei SuSE können Sie zur Netzwerkkonfiguration das YaST2-Modul NETZWERK BASIS|KONFIGURATION DER NETZWERKKARTE verwenden. Das Modul ist so einfach zu bedienen, dass ein einziger Absatz zur Beschreibung ausreicht!

YaST2 erkennt die Netzwerkkarte selbstständig. Anschließend können Sie zwischen DHCP oder einer manuellen Konfiguration wählen. Bei der zweiten Variante müssen Sie die IP-Adresse und – soweit verfügbar – Gateway- und DNS-Adressen angeben. (Die Gateway-Adresse ist die IP-Nummer jenes Rechners im lokalen Netz, der den Internet-

Zugang herstellt.) Das Interface wird sofort in Betrieb genommen, d. h. nach Abschluss des Dialogs sollte bereits alles funktionieren.

TIPP

Mit YaST2 können auch Einstellungen für eine PCMCIA-Netzwerkkarte durchgeführt werden. YaST2 kümmert sich allerdings nicht um deren korrekte Erkennung – dafür ist das PCMCIA-Programm `cardmgr` verantwortlich (siehe auch Seite 466).

Netzwerk testen

Nun können Sie als `root` mit `ifconfig` testen, ob das Interface erfolgreich aktiviert wurde. Außerdem können Sie mit `ping ipadresse` testen, ob eine Netzwerkverbindung zu einem anderen Rechner im lokalen Netzwerk oder im Internet hergestellt werden kann. Schließlich können Sie mit `ping www.yahoo.com` testen, ob auch die DNS-Konfiguration klappt (d. h., ob die zu `www.yahoo.com` passende IP-Nummer gefunden wird). Wenn das funktioniert, brauchen Sie nur noch einen beliebigen Webbrowser zu starten, und schon können Sie durch das Internet surfen. Ausführlichere Informationen zum Test der Konfiguration finden Sie auf Seite 607.

14.2 Netzwerk- und Internet-Grundlagen

Netzwerk-Glossar

Um Linux in ein lokales Netz einzubinden, muss die Netzwerkkarte erkannt und TCP/IP konfiguriert werden. Beide Schritte können wahlweise sofort bei der Installation, zu einem späteren Zeitpunkt mit dem jeweiligen Konfigurationstool (siehe den vorigen Abschnitt) oder manuell erfolgen. Ganz egal, für welche Variante Sie sich entscheiden – in jedem Fall müssen Sie wissen, welche Bedeutung die diversen Netzwerkbegriffe haben. Das folgende Glossar soll dabei eine Hilfestellung bieten.

TCP/IP: Beinahe alle zurzeit gängigen Betriebssysteme (Unix/Linux, Windows, Apple, Novell) unterstützen TCP/IP als Netzwerkprotokoll. Dieses Protokoll regelt die Kommunikation zwischen Rechnern, und zwar sowohl in einem lokalen Netzwerk (LAN, Intranet) als auch im weltweiten Internet. Aus diesem Grund spielt es für viele Netzwerkdienste (etwa FTP) keine Rolle, ob der andere Rechner fünf Meter entfernt an das lokale Netz angeschlossen ist oder ob es sich dabei um einen Rechner in Japan handelt. (Natürlich wird im zweiten Fall die Geschwindigkeit geringer sein.)

Das *Internet Protocol* (IP) bildet die Basis für das *Transmission Control Protocol* (TCP). In Kombination übernimmt TCP/IP zwei wesentliche Aufgaben: Es identifiziert jeden Rechner durch eine eindeutige Nummer (IP-Adresse) und kümmert sich darum, dass Daten,

die an eine bestimmte Adresse abgesandt wurden, tatsächlich beim Empfänger eintreffen. Die Daten werden in Form von kleinen Paketen übertragen.

HINWEIS

Selbst wenn Ihr Rechner nicht in einem Netzwerk eingesetzt wird und Sie weder eine Netzwerkkarte noch ein Modem besitzen, benötigen Sie die TCP/IP-Netzwerkfunktionen! Viele Linux-Programme verwenden dieses Protokoll nämlich zur lokalen Kommunikation. Aus diesem Grund muss selbst auf Rechnern ohne Netzwerkanbindung TCP/IP zusammen mit dem so genannten Loopback-Interface installiert werden (siehe unten).

Voraussetzung dafür, dass die TCP/IP-Netzwerkfunktionen unter Linux überhaupt verwendet werden können, ist der Kernel. Die Netzwerkfunktionen müssen darin entweder fest integriert sein oder als Module zur Verfügung stehen. (Das ist bei allen gängigen Distributionen automatisch der Fall.)

UDP und ICMP: Neben TCP gibt es zwei weitere Protokolle, die im Internet eine große Rolle spielen. UDP steht für *User Datagram Protocol*. Es ermöglicht eine ungesicherte Übertragung von Paketen. Ungesichert bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Sender und Empfänger nicht ständig miteinander in Verbindung stehen und Informationen über die zu versendenden Pakete austauschen. Deswegen kann es bei UDP beispielsweise vorkommen, dass die Pakete gar nicht ankommen oder in einer anderen Reihenfolge ankommen, als sie abgesandt wurden. Es ist die Aufgabe des Empfängers (und nicht des Protokolls), dennoch die Datenintegrität sicherzustellen. UDP hat gegenüber TCP den Vorteil, dass es (zumindest bei manchen Anwendungen) wegen des kleineren Overheads effizienter ist und geringere Reaktionszeiten ermöglicht. Es wird beispielsweise für die Dienste DNS und NFS eingesetzt.

ICMP steht für *Internet Control Message Protocol* und ist eigentlich nicht für den Austausch von Daten zwischen Programmen gedacht, sondern zur Übertragung von Steuer- und -Fehlercodes für TCP/IP. ICMP wird beispielsweise vom Hilfswerkzeug `ping` eingesetzt.

Ports: Jedes IP-Paket wird durch eine so genannte Portnummer kategorisiert. Damit ist es möglich, die Pakete beim Empfänger leichter einzuordnen. Den meisten Internet-Anwendungen (WWW, FTP, E-Mail etc.) sind jeweils eigene Port-Nummern zugeordnet.

PPP: Wenn die Verbindung zum Internet nicht über die Infrastruktur eines lokalen Netzes erfolgt, sondern direkt via Modem oder ISDN-Karte, kommt meist das *Point-to-Point Protocol* zum Einsatz. Es ermöglicht die Übertragung von TCP/IP-Daten über eine Telefonleitung. PPP wird im Detail im nächsten Kapitel behandelt.

Host- und Domainname: IP-Nummern (siehe unten) mögen für Computer praktisch sein, für Menschen sind sie aber schwer einpräglich. Aus diesem Grund kann der Rechner parallel auch durch die Kombination aus Host- und Domainnamen identifiziert werden. (Beim Hostnamen handelt es sich um den eigentlichen Rechnernamen. Der Domainname bezeichnet das Teilnetz, innerhalb dessen der Rechner angesprochen werden kann. Der Domainname kann auch mehrteilig sein.)

In einem lokalen Netz dienen Host- und Domainnamen primär als Gedächtnisstütze für die Anwender. Meine Testrechner sind beispielsweise nach den Planeten unseres Sonnensystems benannt (z. B. `jupiter`), als Domain dient `sol`. Daraus ergibt sich dann der vollständige Name `jupiter.sol`.

TIPP

Als Hostname sollte nicht der Name des Rechnerherstellers, seines Besitzers oder einer anderen Person, der Name eines Projekts etc. verwendet werden – all das kann Verwirrung stiften. Verwenden Sie kurze und einprägsame Namen von Tieren, Pflanzen, Planeten, Flüssen oder was immer Ihnen einfällt. Deutsche Sonderzeichen sind nicht erlaubt.

Vermeiden Sie `localhost` als Hostnamen! Dieser Name hat insofern eine Sonderstellung, als dass er als vollständiger ('fully qualified') Netzwerkname gilt. Wenn `localhost` nun mit einem beliebigen Domainnamen kombiniert wird, kann es je nach Konfiguration zu Problemen kommen. Wenn Ihnen gar nichts Besseres einfällt, verwenden Sie `myhost` und `mydomain`.

Weniger flexibel sind Sie bei der Wahl des Domainnamens. Der Name muss mit dem bereits im Netzwerk verwendeten Domainnamen übereinstimmen. (Bei einem öffentlich im Internet sichtbaren Netz – was bei lokalen Netzen so gut wie nie der Fall ist – müssen Sie den Domainnamen bei einem Internet Service Provider bzw. einem Network Information Center (kurz NIC) registrieren – z. B. bei `www.nic.de` für die `.de`-Domainnamen oder bei `www.corenic.org` für `.com`-, `.net`- und `.org`-Domainnamen.)

IP-Adresse oder IP-Nummer: IP-Nummern dienen dazu, einen Rechner innerhalb eines Netzwerks eindeutig zu identifizieren. Eine typische IP-Nummer für einen Rechner in einem lokalen Netz wäre `192.168.0.75`. Hintergrundinformationen zu IP-Nummern finden Sie ab Seite 591.

Interface: Die IP-Adresse bezeichnet genau genommen nicht einen Rechner, sondern ein IP-Interface. Ein Rechner hat oft mehrere Interfaces mit unterschiedlichen IP-Adressen. Typische Interfaces sind das Loopback-Interface (`127.0.0.1`, siehe unten), das Ethernet-Interface und das PPP- oder SLIP-Interface.

Wenn von der IP-Adresse die Rede ist (als gäbe es nur eine einzige), dann ist diejenige Adresse gemeint, über die der Rechner von außen (also etwa im lokalen Netz) angesprochen wird. Im Regelfall ist das die IP-Nummer des Ethernet-Interface, die dem Host- und Domainnamen zugeordnet und innerhalb des Netzwerks eindeutig ist.

Interface-Name: Linux-intern bekommen alle Interfaces einen Interface-Namen zugewiesen. Typische Namen sind `lo` für das Loopback-Interface, `eth0`, `eth1` etc. für die Ethernet-Interfaces und `ppp0` für das erste PPP-Interface.

Loopback-Interface: Dieses Interface spielt eine besondere Rolle: Es ermöglicht die Verwendung des Netzwerkprotokolls für lokale Dienste, also zur Kommunikation innerhalb des Rechners. Als IP-Nummer ist `127.0.0.1` vorgesehen. (Die meisten Distributionen kümmern sich automatisch um die Installation des Loopback-Interface, wenn nicht explizit eine richtige Netzwerkkonfiguration durchgeführt wird.)

Das Loopback-Interface ist notwendig, damit das Netzwerkprotokoll auch dann läuft, wenn gar kein Netzwerk existiert. Das sieht widersinnig aus, ist aber für viele elementare Linux-Kommandos erforderlich. Der Grund: Manche Kommandos bauen ihre Kommunikation auf dem Netzwerkprotokoll auf, ganz egal, ob die Daten lokal auf dem Rechner bleiben oder über ein Netz auf einem fremden Rechner weiterverarbeitet werden. Ein Beispiel dafür ist der Druckerdämon `lpd`, der das Spooling für den Drucker übernimmt und sowohl lokal als auch von fremden Rechnern genutzt werden kann.

Netzwerkmaske, Netzwerkadresse und Broadcast-Adresse: Die Ausdehnung eines lokalen Netzes wird durch zwei oder drei Masken ausgedrückt. (Dabei handelt es sich abermals um vierteilige Zifferngruppen, die intern als Bitmuster für IP-Adressen verwendet werden.) Wenn das lokale Netz alle Nummern `192.168.0.n` umfasst, lautet die dazugehörige Netmask `255.255.255.0`, die Netzwerkadresse `192.168.0.0` und die Broadcast-Adresse `192.168.0.255`. (Bei manchen Konfigurationsprogrammen brauchen Sie keine Netzwerkadresse angeben, da sich diese aus den beiden anderen Adressen ergibt.)

Das resultierende Netzwerk wird jetzt mit `192.168.0.0/255.255.255.0` oder kurz mit `192.168.0.0/24` bezeichnet. (Die Kurzschreibweise gibt die Anzahl der binären Einsen der Netmask an.) Zwei Rechner mit den IP-Adressen `192.168.0.71` und `192.168.0.72` können sich in diesem Netzwerk also direkt miteinander verständigen (weil die IP-Nummern im Bereich der Netzwerkmaske übereinstimmen). Die maximale Anzahl von Rechnern, die gleichzeitig in diesem Netz kommunizieren können, beträgt 254 (.1 bis .254) – die Nummern .0 und .255 sind ja reserviert.

Gateway: Ein Gateway ist ein Rechner, der an der Schnittstelle zwischen zwei Netzen steht (oft zwischen dem lokalen Netz und dem Internet). Damit Ihr Linux-Rechner in einem lokalen Netz auf das Internet zugreifen kann, muss bei der Konfiguration die Gateway-Adresse angegeben werden.

Die Gateway-Adresse bezeichnet also einen Rechner im lokalen Netz – z. B. `192.168.0.1`. Dieser Rechner hat insofern eine Sonderstellung, als er (z. B. über eine ISDN-Karte) mit dem Internet in Verbindung steht. Der ganze Internet-Netzwerkverkehr erfolgt daher über den Gateway-Rechner.

Name-Server: Ein Name-Server ist ein Programm, das Rechnernamen bzw. Internet-Adressen (z. B. `www.yahoo.com`) in IP-Nummern übersetzt. Bei kleinen Netzen erfolgt die Zuordnung zwischen Namen und Nummern oft über eine Tabelle (`/etc/hosts`). Im Internet übernehmen Rechner mit entsprechenden Datenbanken diese Aufgabe. Statt des Begriffs Name-Server ist auch die Abkürzung DNS für *Dynamic Name Server* oder *Services* üblich.

Wenn Sie in einem Webbrowser die Seite `www.yahoo.com` ansehen möchten, wird daher als Erstes der Name-Server kontaktiert, um die IP-Nummer des Webservers von `www.yahoo.com` herauszufinden. Erst nachdem das gelungen ist, wird eine Verbindung mit dieser IP-Adresse hergestellt.

DHCP: Diese Abkürzung steht für *Dynamic Host Configuration Protocol*. DHCP wird oft in lokalen Netzwerken verwendet, um die Administration des Netzwerks zu zentralisie-

ren. Anstatt bei jedem Rechner getrennt die IP-Adresse, das Gateway, den Name-Server etc. einzustellen, wird ein Rechner als DHCP-Server konfiguriert (siehe auch Seite 772). Alle anderen Rechner im lokalen Netzwerk nehmen beim Systemstart Kontakt mit dem DHCP-Server auf und fragen diesen, welche Einstellungen sie verwenden sollen. Damit reduziert sich die Client-Konfiguration auf ein Minimum.

IP-Nummern

Es wurde bereits erwähnt, dass IP-Nummern zur Identifizierung von Rechnern innerhalb eines Netzwerkes verwendet werden. Das gilt sowohl in lokalen Netzen als auch im Internet. Dieser Abschnitt vermittelt Hintergrundinformationen über die Verwendung von IP-Nummern.

Theoretisch gibt es 256^4 , also rund 4 Milliarden IP-Nummern. Tatsächlich sind aber weit weniger IP-Nummern verfügbar, weil zum einen ein Teil der Nummern reserviert ist (unter anderem alle IP-Nummern, die mit .0 bzw. .255 enden) und zum anderen IP-Nummern früher in recht großzügigen Paketen vergeben wurden.

Mit dem rasanten Wachstum des Internets bereitet die Forderung nach weltweit eindeutigen IP-Nummern für alle im Internet präsenten Rechner zunehmend Probleme. Bis sich das IPv6 durchsetzt (eine neue Version des Internet-Protokolls, das neben vielen anderen Verbesserungen auch einen vergrößerten Adressraum bietet), werden IP-Nummern ein knappes Gut bleiben.

IP-Nummern im Internet: Wenn Sie einen eigenen Webserver mit dem Internet verbinden möchten, benötigen Sie sowohl einen weltweit gültigen Domainnamen (z. B. 'meinefirma.de') als auch eine eigene IP-Adresse. Beides bekommen Sie am einfachsten über Ihren Internet-Provider bzw. über ein Network Information Center (kurz NIC).

Für Privatanwender oder kleine Organisationen ist dies im Regelfall aber gar nicht notwendig. Für das lokale Netzwerk werden IP-Adressen des so genannten privaten Adressraums verwendet (Details folgen gleich). Die Internet-Anbindung erfolgt über einen Internet Service Provider, der (für den Zeitraum der Verbindung) eine weltweit gültige IP-Adresse zur Verfügung stellt.

Falls Sie zudem mit einer eigenen Website im Internet präsent sein möchten, erfolgt dies im Regelfall ebenfalls über den Umweg eines Service-Providers. Der Rechner mit dem Webserver und Ihren HTML-Dokumenten befindet sich beim Provider (und nicht bei Ihnen zu Hause) und für die IP-Adresse ist abermals der Provider zuständig. Diese Vorgehensweise hat zudem den Vorteil, dass Sie keine ständige Verbindung zum Internet benötigen, Ihre Website aber dennoch immer erreichbar ist.

Kurz gefasst: Eine eigene, international eindeutige IP-Adresse benötigen Sie nur dann, wenn Ihr Rechner ständig im Internet erreichbar sein soll und Sie zu diesem Zweck eine direkte Anbindung in das Internet haben (z. B. durch eine Standleitung). Das trifft normalerweise nur für große Firmen bzw. Universitäten zu.

IP-Nummern in lokalen Netzen: Rechner in lokalen Netzen sind für das Internet im Regelfall unsichtbar. Das bedeutet, dass diese Rechner zwar bei geeigneter Konfiguration Internet-Funktionen nutzen können, dass diese Rechner aber umgekehrt vor unkontrollierten Zugriffen aus dem Internet geschützt sind. Daraus ergibt sich, dass die IP-Nummern in lokalen Netzen nur innerhalb dieses Netzes eindeutig sein müssen, nicht aber weltweit.

Da die IP-Nummern ohnedies knapp sind, ist das ein willkommenes Sparpotenzial. Es wurden daher im IP-Zahlenraum drei Bereiche für lokale Netzwerke reserviert:

10.0.0.0 – 10.255.255.255

172.16.0.0 – 172.31.255.255

192.168.0.0 – 192.168.255.255

Der erste Bereich ermöglicht es, ein sehr großes lokales Netz zu bilden (theoretisch mit 16 Millionen Rechnern – das reicht auch für sehr große Firmen). Beim zweiten Bereich handelt es sich eigentlich um 32 Teilnetze mit je ca. 65.000 Adressen (z. B. 172.23.0.0 bis 172.23.255.255). Der dritte Bereich besteht aus 256 kleinen Teilnetzen. (Eines davon ist z. B. 192.168.75.0 bis 192.168.75.255.)

Ganz egal, in welchem Teilnetz Sie Ihr lokales Netz bilden – es ist sichergestellt, dass es zu keinen Adresskonflikten mit 'richtigen' IP-Internet-Adressen kommt.

Meist wollen Sie freilich auch innerhalb des lokalen Netzes Internet-Funktionen nutzen (z. B. WWW-Seiten lesen). Um dies zu ermöglichen, muss innerhalb des lokalen Netzwerks ein Rechner als so genanntes Gateway zum Internet konfiguriert werden. Dieser Rechner stellt die Verbindung zum Internet her (sei es über ADSL, ISDN, Modem oder andere Techniken) und leitet alle Internet-Anforderungen des lokalen Netzes weiter. Das Gateway hat außerdem die Aufgabe, die LAN-IP-Nummern durch eine weltweit gültige IP-Nummer zu ersetzen. Diese Funktion wird Masquerading genannt und ist in Kapitel 19 beschrieben.

Dynamische IP-Nummern: Dass eine IP-Nummer zur Identifizierung des Rechners im Netzwerk erforderlich ist, sollte mittlerweile klar sein. Aber woher weiß der Rechner, welche IP-Nummer er verwenden soll? Die einfachste Möglichkeit besteht darin, die IP-Nummer bei der Konfiguration explizit vorzugeben. Bei kleinen lokalen Netzen ist das die übliche Vorgehensweise. Der erste Rechner im Netz bekommt z. B. die Nummer 192.168.0.1, der nächste 192.168.0.2 etc. Die Nummer wird in der Datei `/etc/hosts` gespeichert.

Mit steigender Größe des Netzwerks wird diese dezentrale Konfiguration allerdings zunehmend aufwändig. Um dies zu vermeiden, werden häufig dynamische IP-Adressen eingesetzt. Dazu muss ein Rechner innerhalb des Netzwerks als DHCP-Server konfiguriert werden. (DHCP steht für *Dynamic Host Configuration Protocol*.) Alle anderen Rechner treten beim Start der Netzwerkfunktionen mit dem DHCP-Server in Kontakt und bekommen von diesem eine IP-Nummer zugewiesen.

Das hat vor allem zwei Vorteile: Erstens kann das gesamte Netzwerk zentral verwaltet werden (anstatt an jedem einzelnen Rechner Parameter einstellen zu müssen). Zweitens

geht der Administrationsaufwand pro Client gegen null. Um einen Client in das Netz einzubinden, muss nur noch der Rechnername angegeben und die DHCP-Option aktiviert werden. Alle anderen Daten (eigene IP-Adresse, IP-Adressen von DNS und Gateway etc.) werden dann via DHCP übermittelt.

Daneben gibt es noch einen dritten Vorteil, der allerdings eher für Internet Service Provider interessant ist: Da die IP-Adressen dynamisch zugewiesen werden und nicht immer alle Rechner gleichzeitig im Netzwerk sind, reichen vergleichsweise wenig IP-Adressen aus, um eine große Anzahl von Teilnehmern zu versorgen. Jedes Mal, wenn sich ein Anwender via Modem oder ISDN beim Provider einwählt, erhält er die nächste gerade freie Adresse.

Ein Rechner – mehrere IP-Nummern: Ein Rechner kann mehrere IP-Nummern besitzen – und das ist sogar der Regelfall! Wenn bisher immer von der IP-Nummer gesprochen wurde, dann war diejenige gemeint, die dem Interface der Netzwerkkarte zugeordnet ist. Das ist die Nummer, mit der der Rechner innerhalb des Netzes identifiziert wird. (Das bedeutet also genau genommen: nicht der Rechner hat eine IP-Nummer, sondern das Interface der Netzwerkkarte in diesem Rechner.)

Darüber hinaus ist jeder Unix/Linux-Rechner unter der Adresse 127.0.0.1 bzw. unter dem Namen localhost erreichbar. Dieses bereits erwähnte Loopback-Interface ist ausschließlich für den lokalen Netzwerkverkehr reserviert. Ob es funktioniert, können Sie ganz einfach testen:

```
user$ ping localhost
PING localhost (127.0.0.1): 56 data bytes
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=0 ttl=255 time=0.136 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.085 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=255 time=0.077 ms
--- localhost ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.077/0.099/0.136 ms
```

ping sendet Datenpakete an die angegebene Adresse und misst, wie lange es dauert, bis die Ankunft der Pakete bestätigt wird. ping localhost sollte auch dann funktionieren, wenn Ihr Rechner keine Netzwerkkarte besitzt!

Schließlich kann es sein, dass ein Rechner mit mehreren Netzwerkkarten ausgestattet ist. Jede dieser Karten gilt als eigenes Interface und hat daher eine eigene IP-Nummer. Auch die mit einem Modem oder einer ISDN-Karte hergestellte PPP-Verbindung zum Internet bildet ein Interface. Diesem Interface wird ebenfalls eine IP-Nummer zugeordnet, wobei diese Nummer im Regelfall vom Internet Provider bestimmt wird. (Es handelt sich um eine dynamische IP-Nummer.)

Ein möglicher Grund, einen Rechner mit mehreren Netzwerkkarten auszustatten, besteht oft darin, dass dieser Rechner zwei Teilnetze mit unterschiedlichen Adressräumen verbinden soll. Der Rechner wird dann als Router bezeichnet. Ein Beispiel dafür ist das Internet-Gateway eines Netzwerks. Während eine Internet-Verbindung besteht, hat der Gateway-Rechner zumindest drei IP-Adressen: die Loopback-Adresse 127.0.0.1, eine Adresse in-

nerhalb des lokalen Netzes und schließlich eine vom Internet Service Provider zugeteilte globale Internet-Adresse. (Genau genommen führt ein Gateway meist gar kein Routing, sondern nur das Masquerading durch. Dieser feine Unterschied wird in Kapitel 19 genauer beschrieben.)

Konsequenzen: Welche IP-Nummer sollen Sie nun also verwenden?

- Ihr Rechner ist nicht Teil eines lokalen Netzes: Abgesehen von 127.0.0.1 für das Loopback-Interface benötigen Sie gar keine IP-Adresse. (Das gilt auch für den Fall, dass dieser Rechner später via Modem/ISDN/ADSL mit dem Internet verbunden wird.) Ihre einzige Konfigurationsaufgabe besteht darin, Domain- und Hostnamen anzugeben.
- Ihr Rechner ist Teil eines bestehenden lokalen Netzes: Die IP-Nummer muss sich innerhalb der gültigen Adressen für dieses Netzwerk befinden (z. B. 192.168.0.*) und muss darin eindeutig sein. Falls es im Netz einen DHCP-Server gibt, brauchen Sie keine IP-Nummer anzugeben, müssen aber festlegen, dass der Rechner als DHCP-Client arbeiten soll.
- Ihr Rechner soll ein lokales Netz gründen: Entscheiden Sie sich für einen privaten IP-Adressraum (z. B. 192.168.0.*), und weisen Sie dem Rechner eine IP-Nummer daraus zu.

IPv6

Bis jetzt habe ich mich immer auf IP-Version 4 bezogen (IPv4). Das gesamte Internet in seiner jetzigen Form basiert auf dieser IP-Version. Allerdings zeichnet sich bereits seit Jahren ab, dass die Anzahl der noch verfügbaren IP-Adressen knapp wird. Außerdem weist das Protokoll einige funktionelle Mängel auf, weswegen IP für manche heutige und viele zukünftige Anwendungen schlecht geeignet ist (z. B. für Internet-Telefonie, Audio- und Video-Streaming).

Die zukünftige IP-Version 6 (IPv6) soll diese Mängel beheben. Die wohl markanteste und für Administratoren offensichtlichste Änderung besteht darin, dass IP-Adressen nun 128 Bit lang sind (gegenüber 32 Bit bei IPv4). In der herkömmlichen Schreibweise würde eine Adresse dann so aussehen:

```
121.57.242.17.122.58.243.18.19.123.59.20.244.124.60.245
```

Es ist offensichtlich, dass diese Schreibweise nicht praktikabel ist. Um etwas Platz zu sparen, werden IPv6-Adressen in bis zu acht durch das Zeichen : getrennte Gruppen hexadezimaler Zahlen gegliedert, beispielsweise so:

```
abcd:17:2ff:12aa:2222:783:dd:1234
```

Um den Schreibaufwand zu minimieren, gilt :: als Kurzform für mehrere 0-Gruppen:

```
abcd:17:0:0:0:0:dd:1234 → abcd:17::dd:1234
0:0:0:0:0:783:dd:1234 → ::783:dd:1234
```

Für Localhost gibt es eine noch kompaktere Kurzschreibweise: `::1`

Wenn IPv4-Adressen in IPv6 abgebildet werden, sind die ersten sechs Gruppen 0. Die abschließenden zwei Gruppen dürfen statt in hexadezimaler Schreibweise auch in der vertrauten dezimalen Schreibweise angegeben werden:

IPv4-Adresse: `::110.111.112.113`

Der Linux-Kernel kommt mit IPv6 prinzipiell schon seit Version 2.2 zurecht, deutlich besser jedoch seit Version 2.4. Allerdings sind bei weitem noch nicht alle Netzerkennungen IPv6-kompatibel. Generell besteht ein Problem der IPv6-Umstellung darin, dass für viele Jahre ein Mischbetrieb von IPv4 und IPv6 erforderlich sein wird. Zwar gibt es mehrere Verfahren, um IPv6-Pakete auch über IPv4-Netze zu transportieren (und umgekehrt), es ist aber im Rahmen dieses Buchs nicht möglich, deren Konfiguration zu beschreiben. Generell gelten alle Informationen in diesem Buch nur für IPv4.

VERWEIS

Ein guter Ausgangspunkt für die Suche nach weiteren Informationen zu IPv6 und zu den Linux-Besonderheiten sind die folgenden Seiten:

<http://www.ipv6.org/>
<http://www.ipv6forum.com/>
<http://www.faqs.org/rfcs/rfc1752.html>
<http://www.bieringer.de/linux/IPv6/>
<http://www.ipv6-net.de/faq.html>

Netzwerk- und Internet-Dienste

Sobald Sie eine Verbindung zum lokalen Netz bzw. zum Internet hergestellt haben, können Sie eine ganze Menge von Diensten in Anspruch nehmen. Im Detail werden diese Funktionen in diesem und den folgenden Kapiteln vorgestellt. Dieser Abschnitt soll lediglich einen ersten Überblick geben.

Gemeinsamer Dateizugriff: Eine wesentliche Motivation zur Bildung lokaler Netze besteht darin, gemeinsame Dateien mühelos auszutauschen. Der Zugriff auf die Dateien ist transparent und erfolgt über das normale Dateisystem (d. h., der Anwender kann nicht erkennen, ob sich die Datei auf der lokalen Festplatte oder auf einem anderen Rechner im Netz befindet). Dazu sind zwei Protokolle üblich: in der Unix/Linux-Welt das *Network File System* (NFS), in der Windows-Welt das *Server Message Block System* (SMB). Linux unterstützt beide Protokolle.

Gemeinsamer Zugriff auf Drucker: Eine beinahe ebenso elementare Funktion lokaler Netze besteht darin, dass mehrere Rechner einen gemeinsamen Drucker benutzen können. Auch hierfür gibt es unterschiedliche Verfahren. Unter Unix/Linux ist dafür ein Drucker-Dämon zuständig (also ein im Hintergrund laufendes Programm), unter Windows kommt abermals SMB zum Einsatz. Wieder gilt, dass Linux mit beiden Welten kommunizieren kann.

Im Zusammenhang mit Netzwerken ist immer wieder von Clients und Servern die Rede. Generell gilt, dass die meisten Netzwerkdienste von einem Server zur Verfügung gestellt werden und von vielen Clients genutzt werden können. Der Begriff Server kann dabei sowohl den Rechner bezeichnen, auf dem der Dienst angeboten wird, als auch das Programm, das diese Funktion erfüllt (z. B. ein HTTP-Server wie Apache, der HTML-Dokumente im Netzwerk/Internet zur Verfügung stellt). Dieselbe Doppeldeutigkeit gibt es auch beim Begriff Client: Damit kann der Client-Rechner, aber auch ein Client-Programm gemeint sein (z. B. Netscape, mit dem HTML-Dokumente gelesen werden).

Dieses und die vier folgenden Kapitel beschreiben die Konfiguration von Linux aus der Client-Sicht (also aus der Sicht des Anwenders, der diese Dienste einfach nutzen möchte). Kapitel 19 beschreibt, wie Linux konfiguriert werden kann, um einige Dienste als Server anzubieten. Während die Beschreibung der Client-Dienste in diesem Buch relativ umfassend ist, gäbe es zum Thema Server-Konfiguration noch viel mehr zu schreiben (nämlich ganze Bücher). Für viele fortgeschrittene Anwendungen muss hier aus Platzgründen auf weiterführende Literatur verwiesen werden.

World Wide Web, HTML, HTTP: WWW-Dokumente enthalten formatierten Text, Grafiken und Querverweise (Links). Die Formatierung der Textdateien erfolgt gemäß den Regeln der *Hypertext Markup Language* (HTML). Zur Übertragung derartiger Dateien kommt das *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) zum Einsatz. Zum Lesen von WWW-Dokumenten benötigen Sie einen so genannten Webbrowser, etwa Netscape.

FTP: FTP steht für *File Transfer Protocol*. Es ermöglicht die Übertragung beliebiger (binärer) Dateien. Eine besondere Variante ist *Anonymous FTP*: Auf vielen großen Internet-Servern (vor allem an Universitäten) existieren riesige Festplatten, auf deren Dateien Sie ohne Passwort zugreifen können. Auf diese Weise können Sie sich zum Beispiel die aktuellsten Linux-Patches herunterladen.

E-Mail: Die bekannteste Internet-Anwendung ist das Versenden elektronischer Briefe (Electronic Mail). Das E-Mail-Protokoll (MIME) erlaubt auch das Versenden von binären Daten (so genannten *Attachments*).

Mailing-Listen: E-Mail- oder Diskussionslisten stellen eine Erweiterung der E-Mail-Idee dar. Nachdem Sie sich in einer Diskussionsliste angemeldet haben, erhalten Sie eine Kopie von jeder Nachricht (E-Mail), die an diese Diskussionsliste versandt wurde. Diskussionslisten existieren zu oft sehr spezialisierten Themen – beispielsweise zum Wissensaustausch über einen bestimmten Aspekt der Quantenphysik oder zur Entwicklung von SMP (Symmetric Multi Processing) für Linux. Diskussionslisten haben den Vorteil, dass Sie ständig auf dem aktuellen Stand bleiben. Andererseits erhalten Sie aber auch ständig sehr viel Post, die Sie erst einmal verarbeiten müssen.

News: Newsgroups stellen eine öffentliche Variante zu den gerade erwähnten Diskussionslisten dar. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass Sie die Diskussionsbeiträge nicht automatisch zugesandt bekommen. Stattdessen müssen Sie mit einem News-Reader

selbst in den vorhandenen Texten nach für Sie interessanten Nachrichten suchen. News ist schwieriger zu konfigurieren, aber bequemer zu nutzen.

Telnet, rlogin, ssh: Telnet ermöglicht es Ihnen, auf einem anderen Rechner zu arbeiten, als wäre es Ihr eigener (Passwort vorausgesetzt). Alle Eingaben, die Sie auf Ihrer Tastatur ausführen, werden auf dem per Internet verbundenen Rechner ausgeführt; umgekehrt werden alle Ergebnisse auf Ihrem Rechner angezeigt. Ganz ähnliche Funktionen wie Telnet, aber etwas mehr Sicherheitsmerkmale, bietet rlogin. Noch sicherer ist ssh (*secure shell*).

14.3 Hardware-Konfiguration der Netzwerkkarte

Normalerweise wird Ihre Netzwerkkarte während der Linux-Installation korrekt erkannt. Wenn Sie die Karte nachträglich einbauen, sollten Mandrake und Red Hat Linux die Karte beim nächsten Rechnerstart automatisch identifizieren. Bei SuSE kümmert sich das Netzwerkmodul von YaST2 um die Identifizierung. (Um die Überschrift noch zu verdeutlichen: In diesem Abschnitt geht es nur um die Hardware-Konfiguration, nicht um die im nächsten Abschnitt beschriebene Netzwerkkonfiguration!)

Dieser Abschnitt gibt Ihnen einige Hintergrundinformationen zur Hardware-Erkennung für den Fall, dass diese auf Ihrem Rechner wider Erwarten nicht funktioniert. Damit können Sie die Konfiguration zur Not auch von Hand durchführen. Dabei wird vorausgesetzt, dass Sie zur Kommunikation in Ihrem Netzwerk eine 10- oder 100-MBit-Ethernet-Karte verwenden.

Linux unterstützt beinahe alle gängigen Netzwerkkarten. Die Kommunikation mit diesen Karten erfolgt durch den Kernel bzw. durch Kernel-Module. Das Problem besteht nun darin, dass es für unterschiedliche Karten unterschiedliche Module gibt und Linux von sich aus nicht selbstständig erkennt, welches Modul benötigt wird. Diese Information muss in die Datei `/etc/modules.conf` eingetragen werden. Die entsprechende Zeile in dieser Datei kann beispielsweise so aussehen:

```
# in /etc/modules.conf
alias eth0 rtl8139
```

Wenn nun während der Initialisierung des Netzwerks (üblicherweise beim Rechnerstart) die erste Ethernet-Schnittstelle mit dem Device-Namen `/dev/eth0` in Betrieb genommen werden soll, wird hierzu das Kernel-Modul `rtl8139` verwendet. Das ganze Geheimnis der Konfiguration der Ethernet-Karte besteht also darin, `/etc/modules.conf` richtig zu modifizieren.

Möglicherweise wissen Sie nicht, was für eine Netzwerkkarte Sie besitzen. Falls es sich um eine PCI-Karte handelt, gibt die virtuelle Datei `/proc/pci` Auskunft. Aus den fol-

genden Zeilen können Sie entnehmen, dass meine Karte den Realtek-Chip 8139 verwendet.

```
root# cat /proc/pci
...
  Bus 0, device 9, function 0:
    Class 0200: PCI device 10ec:8139 (rev 16).
      IRQ 11.
      Master Capable. Latency=32. Min Gnt=32.Max Lat=64.
      I/O at 0xe000 [0xe0ff].
      Non-prefetchable 32 bit memory at 0xdb000000 [0xdb0000ff].
...
```

Bei ISA-Karten gibt es leider keine so komfortable Informationsquelle. Falls Sie auf Ihrem Rechner Windows installiert haben, können Sie dort in der Systemsteuerung nachsehen, um welchen Kartentyp es sich handelt. Ist das nicht möglich, können Sie zur Not auch Ihren Rechner öffnen und nachsehen, ob der Modellname (oder der Name des Chips) auf der Karte zu erkennen ist. (ISA und PCI sind die Bezeichnungen zweier PC-Bussysteme. Mit ISA-Karten werden Sie im Regelfall nur noch auf älteren Rechnern konfrontiert.)

TIPP

Wenn Sie nicht wissen, was für eine Netzwerkkarte Sie haben, versuchen Sie es mit NE 2000 (ISA), NE 2000 (PCI) oder Realtek 8129/8139 (PCI). Das sind drei zurzeit gängige Billigfabrikate.

Der zweite Schritt besteht darin, der erkannten Karte den richtigen Treiber (siehe `/lib/modules/2.n.n/net/*` zuzuordnen. Besonders hilfreich ist dabei die Liste im Hardware-HOWTO.

Bei ISA-Karten gibt es unter Umständen noch eine Komplikation: Das Modul ist im Regelfall nicht in der Lage, den IO-Bereich der Karte bzw. den richtigen Interrupt zu erkennen. Diese Information muss ebenfalls in `/etc/modules.conf` eingetragen werden, und zwar in Form einer `alias`-Zeile. Für eine NE-2000-kompatible ISA-Karte sieht das beispielsweise so aus:

```
# in /etc/modules.conf
alias eth0 ne
options ne io=0x300
```

Linux kommt auch mit mehreren Netzwerkkarten gleichzeitig zurecht (sofern es zu keinen Konflikten mit den IO-Adressbereichen bzw. Interrupts kommt). Auch hierzu ein Beispiel:

```
# in /etc/modules.conf
alias eth0 ne
alias eth1 ne
options ne io=0x300,0x320 irq=5,7
```

VERWEIS

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Hardware- und im Ethernet-HOWTO sowie im Internet unter:

<http://www.scyld.com/network/>

Um zu testen, ob die Konfiguration von `/etc/modules.conf` in Ordnung ist, aktivieren Sie am besten manuell das Netzwerk-Interface. Das erforderliche Kommando hierfür lautet `ifconfig`. Dabei müssen Sie als Parameter den Namen des Interface (`eth0`) und eine IP-Adresse angeben. Wenn Sie das Kommando ohne Parameter ausführen, werden alle aktiven Interfaces aufgelistet (inklusive des Loopback-Interface).

```
root# ifconfig eth0 192.168.0.98
root# ifconfig
eth0  Link encap:Ethernet  HWaddr 00:48:54:39:B0:26
      inet addr:192.168.0.98  Bcast:192.168.0.255  Mask:255.255.255.0
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
      RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:100

lo    Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
      UP LOOPBACK RUNNING  MTU:3924  Metric:1
      RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
```

Um das Interface zu deaktivieren, führen Sie `ifconfig` mit der Option `down` aus:

```
root# ifconfig eth0 down
```

HINWEIS

Einen Sonderfall stellen PCMCIA-Netzwerkkarten dar. Für deren Erkennung ist das PCMCIA-Verwaltungsprogramm `cardmgr` verantwortlich – siehe auch Seite 466. `cardmgr` ist so vorkonfiguriert, dass eine PCMCIA-Netzwerkkarte beim Einstecken sofort aktiviert wird. Dabei wird ihr ein Ethernet-Device zugewiesen. Änderungen an `modules.conf` sind nicht erforderlich.

14.4 Interna der Netzwerk-Client-Konfiguration

Ist die Netzwerkkarte einmal erkannt, bereitet die restliche Konfiguration kaum noch Probleme. Im Regelfall verwenden Sie dazu die Konfigurationsprogramme Ihrer Distribution (siehe Seite 582). Wenn Sie aber wissen möchten, was hinter den Kulissen vor sich geht und wo Sie eventuell manuell eingreifen können, finden Sie in diesem Abschnitt einige Informationen. Das primäre Ziel dieses Abschnitts ist es, Ihnen ein besseres Verständnis dafür zu geben, wie die Netzwerkfunktionen gesteuert und gestartet werden!

VORSICHT

Um es nochmals zu betonen: Verwenden Sie, so weit wie möglich, die Konfigurationswerkzeuge Ihrer Distribution! Das Zusammenspiel sämtlicher Konfigurationsdateien, deren Inhalt zum Teil redundant ist, sich aber nicht widersprechen darf, ist gerade für Einsteiger sehr schwierig zu durchschauen. Viele Distributionen reagieren auf eine direkte Änderung von Konfigurationsdateien allergisch oder überschreiben Ihre Änderungen bei der nächsten Gelegenheit wieder.

HINWEIS

Für alle Beispiele in diesem Abschnitt gilt: Der behandelte Rechner heißt *uranus*, seine Domain *sol*. Andere Rechner im lokalen Netz heißen *jupiter*, *saturn* etc. Das lokale Netz verwendet 192.168.0.*-Adressen. Der lokale Rechner hat die IP-Nummer 192.168.0.98. Der Gateway-Rechner im lokalen Netz hat die IP-Nummer 192.168.0.1. Namen und Nummern haben natürlich nur Beispielcharakter.

Client-Konfiguration ohne DHCP

Dieser Abschnitt geht davon aus, dass es im lokalen Netzwerk keinen DHCP-Server gibt. Dabei handelt es sich um ein Programm, das zentral auf einem Rechner (Server) im Netzwerk läuft und allen anderen Rechnern IP-Adressen zuteilt und Informationen über weitere Netzwerkparameter zur Verfügung stellt. Ein DHCP-Server erleichtert die Konfiguration aller weiteren Rechner im Netzwerk erheblich. Besonderheiten der DHCP-Client-Konfiguration werden im nächsten Abschnitt ab Seite 603 beschrieben.

/etc/HOSTNAME oder **/etc/hostname**: Diese Datei enthält bei SuSE den Hostnamen (ohne Domainnamen).

Bei Mandrake und Red Hat gibt es diese Datei nicht mehr. Zur Ermittlung der aktuellen Host- und Domainnamen müssen die Kommandos `hostname` und `domainname` verwendet werden.

/etc/hosts: Diese Datei enthält eine Liste der bekannten IP-Nummern und der zugeordneten Namen: 127.0.0.1 ist die Standard-IP-Nummer für das Loopback-Device. 192.168.0.98 ist die IP-Nummer, unter der der Rechner *uranus.sol* im lokalen Netz erreichbar ist. Statt *uranus.sol* ist auch der Kurzname *uranus* erlaubt.

```
# /etc/hosts
127.0.0.1    localhost          # Loopback-Interface des Rechners
192.168.0.98 uranus.sol uranus  # IP-Adresse des Rechners
```

Wenn Sie die anderen Rechner im lokalen Netz ebenfalls namentlich ansprechen möchten, müssen Sie auch deren Namen in `/etc/hosts` angeben. Statt `ping 192.168.0.100` können Sie dann also einfach `ping neptun` ausführen, um die Verbindung zum Rechner *neptun* zu testen.

```
# /etc/hosts
127.0.0.1      localhost          # Loopback-Interface des Rechners
192.168.0.98   uranus.sol      uranus   # IP-Adresse des Rechners
192.168.0.99   jupiter.sol   jupiter  # IP-Adressen anderer Rechner
192.168.0.100  neptun.sol    neptun   # im LAN
```

Analoge Einträge sind natürlich in den `/etc/hosts`-Dateien aller Rechner im lokalen Netz erforderlich. Wenn es sich dabei um sehr viele Rechner handelt, wird die Administration der vielen `/etc/hosts`-Dateien zunehmend mühsam. Um das zu vermeiden, können Sie im lokalen Netzwerk einen DHCP-Server und einen eigenen Name-Server installieren. Der DHCP-Server ist dann für die Zuordnung von IP-Nummern an die Clients zuständig. Der Name-Server hilft bei der Auflösung von IP-Nummern in lokale Hostnamen. Der Name-Server übernimmt gleichzeitig die Rolle eines Zwischenspeichers (Cache) für externe IP-Nummern, wodurch die häufigen Anfragen an einen externen DNS entfallen. Die Konfiguration von DHCP- und DNS-Servern ist in Kapitel 19 beschrieben.

Wenn nur das Loopback-Interface konfiguriert wird (also keine lokale Netzwerkeinbindung besteht), müssen in der `localhost`-Zeile auch der Hostname sowie der vollständige Rechnername (bestehend aus Host- und Domainname) eingetragen werden:

```
# /etc/hosts (wenn es kein lokales Netz gibt, nur Loopback)
127.0.0.1      localhost   uranus   uranus.sol
```

HINWEIS

Bei manchen Distributionen enthält `/etc/hosts` Adressen wie `::1` oder `fe00::0`. Das deutet darauf hin, dass zumindest dieser Teil der Netzwerkkonfiguration bereits kompatibel mit dem zukünftigen Internet-Protokoll IPv6 ist (siehe auch Seite 594).

HINWEIS

Bei Red Hat und SuSE wird standardmäßig das Programm `nscd` installiert und während des Init-Prozesses aktiviert. `nscd` steht für *Name Service Caching Daemon*. Das Programm ersetzt zwar keinen richtigen Name-Server, merkt sich aber bei entsprechender Konfiguration Login-, Gruppen- und Hostnamen sowie deren IP-Nummern und kann so die Client-Geschwindigkeit erhöhen. (Bei SuSE merkt sich `nscd` in der Defaultkonfiguration nur Login- und Gruppennamen, aber keine Hostnamen.)

Der wichtigste Unterschied zwischen einem richtigen DNS (z. B. `bind`) und `nscd` besteht darin, dass `bind` die IP-Namen und -Adressen dem gesamten lokalen Netz zur Verfügung stellt; `nscd` funktioniert dagegen nur für den lokalen Rechner. Wenn in einem Netzwerk sowohl `bind` als auch `nscd` im Einsatz sind, entlastet `nscd` den DNS `bind`.

Der Einsatz von `nscd` lohnt sich insbesondere dann, wenn im lokalen Netzwerk Programme wie NIS oder LDAP im Einsatz sind. `nscd` dient dann als Cache für Informationen, die von diesen Programmen verwaltet werden.

/etc/host.conf: Diese Datei gibt an, wie TCP/IP unbekannte IP-Nummern ermitteln soll. Die folgende Beispieldatei bestimmt, dass zuerst die Datei `/etc/hosts` ausgewertet (Schlüsselwort `hosts`) und danach der in `/etc/resolv.conf` angegebene Name-Server befragt werden soll (`bind`). Die zweite Zeile erlaubt, dass einem in `/etc/hosts` angegebenen Hostnamen mehrere IP-Adressen zugeordnet werden dürfen.

```
# /etc/host.conf
order hosts, bind
multi on
```

/etc/resolv.conf: Diese Datei steuert, wie Namen in IP-Nummern umgesetzt werden. Die IP-Nummern für dieses Netz werden `hosts.conf` entnommen.

Mit den Schlüsselwörtern `domain` und `search` wird erreicht, dass unvollständige Namen (etwa `jupiter`) mit dem Domainnamen erweitert werden (zu `jupiter.sol`). Das erhöht in erster Linie die Bequemlichkeit, weil lokale Internet-Namen in verkürzter Form angegeben werden können. Bei `search` dürfen mehrere Domainnamen angegeben werden (bei `domain` nur einer); dafür hat der `domain`-Name Vorrang vor den `search`-Namen, wird also zuerst getestet. Wenn wie hier nur ein einziger Domainname angegeben wird, kann auf die `domain`-Zeile verzichtet werden.

Die wichtigsten Einträge in `/etc/resolv.conf` werden mit dem Schlüsselwort `nameserver` eingeleitet: Damit können bis zu drei IP-Adressen von Name-Servern angegeben werden. Diese Server werden immer dann angesprochen, wenn die IP-Adresse eines nichtlokalen Rechnernamens (z. B. `www.yahoo.com`) ermittelt werden soll. Die Angabe eines Name-Servers ist daher unbedingt erforderlich, damit Internet-Adressen in IP-Nummern aufgelöst werden können. (Als Privatanwender erhalten Sie die IP-Nummer eines DNS von Ihrem Internet Service Provider. In größeren lokalen Netzen gibt es zu meist eigene Name-Server (siehe oben) direkt im lokalen Netz – fragen Sie Ihren Systemadministrator nach der IP-Nummer!)

```
# /etc/resolv.conf
domain sol                # Hostnamen gelten für .sol
search sol                # Hostnamen gelten für .sol
nameserver 192.92.138.35   # erster DNS
nameserver 195.3.96.67    # zweiter DNS (falls der erste ausfällt)
```

Gateway-Konfiguration: Hierfür gibt es leider keinen einheitlichen Standard. Bei Mandrake und Red Hat werden die Adresse des Gateways und sein Interface in einer Variablen in `/etc/sysconfig/network` angegeben. Die Datei wird von `/etc/sysconfig/network-scripts/ifup` ausgewertet, wo es zum Aufruf des Kommandos `route` kommt.

```
# in /etc/sysconfig/network (Mandrake, Red Hat)
GATEWAY="192.168.0.1"
GATEWAYDEV="eth0"
```

Bei SuSE steuert die Datei `/etc/route.conf`, wohin Netzwerkpakete geleitet werden. Wenn diese Datei existiert, wird sie während des `Init`-Prozesses von `/etc/init.d/route` ausgewertet. In diesem Script wird wiederum das Kommando `route` ausgeführt. Bei der folgenden Beispieldatei gilt 192.168.0.1 als Internet-Gateway. (Zum Format von `route.conf` gibt es bei SuSE eine eigene `man`-Seite.)

```
# /etc/route.conf (SuSE, wird von YaST erzeugt)
default 192.168.0.1    0.0.0.0    eth0
```

Noch einige Worte zum Kommando `route`, das unabhängig von den Distributionen den gemeinsamen Nenner darstellt. Dieses Kommando dient dazu, die direkt vom Kernel verwaltete Routing-Tabelle zu verändern. Diese Tabelle gibt an, wohin IP-Pakete geleitet werden sollen. Wenn Sie `route` ohne Parameter ausführen, wird die aktuelle Tabelle ausgegeben. Für das vorliegende Beispiel sieht diese Tabelle folgendermaßen aus:

```
root# route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway    Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.0.0 0.0.0.0      255.255.255.0   U        0      0        0 eth0
loopback    0.0.0.0      255.0.0.0       U        0      0        0 lo
default     192.168.0.1  0.0.0.0         UG       0      0        0 eth0
```

Pakete mit IP-Adressen der Form 192.168.0.* werden über das Ethernet-Interface `eth0` weitergeleitet. IP-Adressen 127.*.* sind lokal, die Pakete werden an das Loopback-Interface geleitet. Alle anderen Pakete (`default`) werden an das Gateway 192.168.0.1 weitergesandt, wobei dieses Gateway über das Ethernet-Interface `eth0` erreichbar ist.

VORSICHT

Veränderungen in den hier beschriebenen Dateien werden zum größten Teil erst dann wirksam, wenn die jeweils zugrunde liegenden Programme neu gestartet werden bzw. wenn zumindest die Konfigurationsdateien neu eingelesen werden. Am sichersten ist es, durch `init` zuerst alle Netzwerkfunktionen zu beenden und diese dann neu zu starten. Dazu führen Sie zuerst `init 1`, danach `init 3` oder `init 5` aus (je nachdem, welches normalerweise Ihr Default-Runlevel ist). Beachten Sie, dass dabei `X` beendet wird!

Client-Konfiguration mit DHCP

Wenn Sie den Rechner als DHCP-Client konfigurieren, ist der Konfigurationsaufwand ein bisschen kleiner. (Dieser Abschnitt beschreibt nur die Veränderungen, die sich gegenüber einer Konfiguration ohne DHCP ergeben. Informationen zur Konfiguration für den DHCP-Server finden Sie auf Seite 772.)

Zuerst einmal muss sichergestellt werden, dass der DHCP-Client auf dem Rechner ausgeführt wird. Die dafür erforderliche Konfiguration ist wieder distributionsabhängig.

Mandrake, Red Hat: Als DHCP-Client kommt das Programm `dhcpcd` zum Einsatz. In der Datei `ifcfg-eth0` muss sich die folgende Variablenzuweisung befinden:

```
# /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
BOOTPROTO="dhcp"
...
```

SuSE: Auch SuSE verwendet per Default den DHCP-Client `dhcpcd`. Optional kann aber auch `dhclient` installiert und durch `/etc/rc.d/dhclient.conf` konfiguriert werden.

Damit in `/etc/init.d/dhclient` eines dieser beiden Programme gestartet wird, ist in der zentralen Konfigurationsdatei `rc.config` die folgende Einstellung erforderlich:

```
# /etc/rc.config
IFCONFIG_0="dhclient"    # für das Interface eth0
...
```

/etc/hosts: Da weder die eigene noch andere IP-Nummern im Voraus bekannt sind, ist diese Datei jetzt fast leer. Sie muss aber weiterhin die `localhost`-Zeile enthalten:

```
# /etc/hosts
127.0.0.1      localhost
```

Wenn es keinen lokalen Name-Server gibt, ist es manchmal sinnvoll, in `hosts` auch die Namen einiger oft benötigter Server im lokalen Netz anzugeben. (Deren IP-Adressen sind üblicherweise konstant.)

/etc/resolv.conf: Für diese Datei ist jetzt der DHCP-Client verantwortlich. Die Datei wird automatisch erzeugt bzw. überschrieben, sobald der DHCP-Client vom DHCP-Server die zurzeit gültigen IP-Adressen für die Name-Server erhalten hat.

Gateway-Konfiguration, Routing: Entweder kümmert sich der DHCP-Client selbst um die Ausführung der Routing-Kommandos oder das Programm erstellt bzw. überschreibt die erforderlichen Konfigurationsdateien.

Aktivierung des Netzwerk-Interface

Zum Start der Netzwerkfunktionen muss das Netzwerk-Interface `eth0` aktiviert werden. (Wenn es mehrere Karten gibt, dann natürlich auch `eth1` etc.) Diese Aktivierung findet während des Systemstarts im Rahmen des Init-V-Prozesses statt. Das erforderliche Kommando `ifconfig` haben Sie ja bereits in Abschnitt 14.3 kennen gelernt. Ähnlich wie bei `route` gibt es allerdings von Distribution zu Distribution große Unterschiede darin, auf Basis welcher Informationen und von welchem Script `ifconfig` ausgeführt wird. Daher wird hier abermals die Vorgehensweise von Red Hat und SuSE exemplarisch vorgestellt. (Mandrake verwendet dieselben Scripts wie Red Hat.)

Mandrake, Red Hat: Die Konfigurations- und Script-Dateien sind hier außerordentlich verschachtelt. Im Rahmen des Init-Prozesses wird das Script `/etc/rc.d/init.d/network` ausgeführt. Darin werden zuerst diverse Konfigurationseinstellungen aus `/etc/sysconfig/network` eingelesen.

Anschließend wird getestet, ob sich im Verzeichnis `/etc/sysconfig/network-scripts` Konfigurationsdateien mit dem Namen `ifcfg-interface` befinden. Diese Dateien enthalten jeweils die Informationen über die einzelnen Netzwerk-Interfaces. Bei einer typischen Konfiguration (Loopback-Interface plus eine Ethernet-Karte) existieren die Dateien `ifcfg-lo` und `ifcfg-eth0`:

```
# /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0 (Red Hat)
DEVICE="eth0"
ONBOOT="yes"
BOOTPROTO="none"           # oder "dhcp"
NETMASK="255.255.255.0"
IPADDR="192.168.0.99"
```

Für jede gefundene `ifcfg-interface`-Datei wird nun das Script `/etc/sysconfig/network-scripts/ifup` ausgeführt, das die Konfigurationsdaten einliest und schließlich (unter Zuhilfenahme weiterer Script-Dateien) das Interface mit `ifconfig` einrichtet und mit `route` in die IP-Routing-Tabelle einfügt. (Analog wird zum Abmelden eines Interface `ifdown` ausgeführt. Bei `ifup` und `ifdown` handelt es sich um Links, die Script-Dateien befinden sich in Wirklichkeit im Verzeichnis `/sbin`.)

SuSE: Hier wird im Rahmen des Init-Prozesses `/etc/init.d/network` ausgeführt. Darin wird die zentrale Konfigurationsdatei `/etc/rc.config` eingelesen und ausgewertet. Alle dort eingetragenen Network-Interfaces werden mit `ifconfig` aktiviert. (Dass der Vorgang bei SuSE vergleichsweise übersichtlich ist, liegt nicht zuletzt daran, dass sich das `network`-Script nicht um das Routing kümmert. Dafür ist das `route`-Script zuständig, das um einiges komplexer ausfällt.) Das folgende Listing gibt einzelne Zeilen aus `/etc/rc.config` wieder.

```
# Auszüge aus /etc/rc.config (SuSE)
IPADDR_0=192.168.0.98
NETDEV_0=eth0
IFCONFIG_0="192.168.0.1 dynamic pointopoint 192.168.0.99 \
            netmask 255.255.255.255 up"
FQHOSTNAME="uranus.sol"
```

DHCP-Client starten

Falls der Rechner als DHCP-Client konfiguriert ist, muss während des Init-V-Prozesses auch ein DHCP-Client-Programm gestartet werden. Unter Linux sind je nach Distribution verschiedene DHCP-Client-Programme gebräuchlich. Die vielfältigsten Konfigurationsmöglichkeiten bietet `dhclient`. Für einfache Anwendungen reicht aber das meistens per Default installierte Programm `dhcpcd` vollkommen aus. Die Verwendung dieser Programme ist einfach (sofern keine Sonderwünsche erfüllt werden sollen).

```
root# dhcpcd eth0
root# dhclient eth0
root# pump -i eth0
```

Mandrake, Red Hat: Die DHCP-Konfiguration ist direkt in die oben schon beschriebenen Script-Dateien integriert. Per Default wird bei Red Hat bis Version 7.1 das Programm `pump` gestartet. Bei Mandrake und bei Red Hat ab Version 7.2 kommt das Programm `dhcpcd` zum Einsatz. Die Programme werden jeweils durch das Script `/sbin/ifup` gestartet.

Wenn während des Rechnerstarts des Clients keine Verbindung zum DHCP-Server hergestellt werden kann, wird das DHCP-Client-Programm nach einer einstellbaren Zeit (`timeout`) automatisch beendet. Dem Client stehen dann keine Netzwerkfunktionen zur Verfügung. Wenn der DHCP-Server später wieder läuft, können Sie wahlweise das DHCP-Client-Programm oder (besser) das betreffende Init-Script ausführen:

```
root# /etc/init.d/network restart
```

SuSE: Hier gibt es für DHCP ein eigenes Init-V-Script: `/etc/init.d/dhclient`. Dieses Script übernimmt die Rolle von `network`, das bei DHCP-Interfaces vorzeitig abgebrochen wird. In `dhclient` wird der DHCP-Client `dhcpcd` ausgeführt.

`dhcpcd` speichert alle übertragenen Informationen (auch solche, die nicht angewendet werden) in `/var/state/dhcp/dhcpcd-x`, wobei `x` der Name des Interfaces ist (üblicherweise `eth0`).

```
root# /etc/init.d/dhclient restart
```

Host- und Domainname durch DHCP einstellen

DHCP sieht zwar eine Übertragung von Host- und Domainnamen vor, der DHCP-Client `dhcpcd` ignoriert diese Angaben aber per Default. Damit Host- und Domainname verändert werden, müssen die Optionen `-H` und `-D` angegeben werden. Auch `pump` ignoriert die Angaben, hier ist die Option `-l` erforderlich, damit sowohl der Host- als auch der Domainname verändert werden.

HINWEIS

Der Grund für dieses Default-Verhalten hat mit X zu tun: Wenn sich im laufenden Betrieb der Hostname ändert, können aus Sicherheitsgründen keine neuen X-Programme mehr gestartet werden. In der Praxis tritt dieses Problem aber nur recht selten auf, weil der Hostname ja normalerweise beim Rechnerstart eingestellt und dann nicht mehr verändert wird. Wenn Sie die DHCP-Konfiguration samt Hostname aber im laufenden Betrieb ändern, müssen Sie sich ausloggen oder eventuell X ganz neu starten.

Mandrake: Wenn als Hostname (`none`) oder `localhost` oder `localhost.local-domain` eingestellt ist (siehe `/etc/sysconfig/network-scripts/network-functions`), wird `dhcpcd` automatisch mit der Option `-H` aufgerufen. Ändern Sie gegebenenfalls `/sbin/ifup`, wenn Sie ein anderes Verhalten wünschen.

Red Hat: Wenn als Hostname (none) oder localhost oder localhost.localdomain eingestellt ist, wird pump mit der Option -l aufgerufen. Damit bleibt der Domainname leer; der Hostname wird mit dem vollständigen Netzwerknamen (z. B. uranus.sol) eingestellt. Abermals ist ifup der richtige Ort, um dieses Verhalten zu ändern.

SuSE: Ob Host- und Domainnamen eingestellt werden sollen, wird durch die Konfigurationsdatei /etc/rc.config.d/dhcpd.rc.config bestimmt. Per Default ist das nicht der Fall.

Netzwerkfunktionen testen

Wenn Sie ifconfig ohne Parameter ausführen, werden alle bekannten Netzwerk-Interfaces aufgelistet. Für das Loopback- und ein Ethernet-Interface sollte das Resultat etwa so aussehen:

```
root# ifconfig
eth0  Link encap:Ethernet  HWaddr 00:48:54:39:B0:26
      inet addr:192.168.0.98  Bcast:192.168.0.255  Mask:255.255.255.0
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
      RX packets:862 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:1251 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:100
      Interrupt:9 Base address:0xc000

lo    Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
      UP LOOPBACK RUNNING  MTU:3924  Metric:1
      RX packets:1837 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:1837 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
```

Mit ping können Sie nun in mehreren Stufen diverse Netzwerkfunktionen testen. ping localhost testet, ob das Loopback-Interface (und damit die elementaren Netzwerkfunktionen) funktionieren. Dazu benötigen Sie nicht einmal eine Netzwerkkarte.

```
root# ping localhost
PING localhost (127.0.0.1): 56 data bytes
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=0 ttl=255 time=0.152 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.114 ms
--- localhost ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.114/0.133/0.152 ms
```

Indem Sie statt localhost die IP-Nummer eines anderen Rechners im lokalen Netz angeben, testen Sie, ob das lokale Netz funktioniert:

```

root# ping -c 2 192.168.0.99
PING 192.168.0.99 (192.168.0.99): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.99: icmp_seq=0 ttl=255 time=0.274 ms
64 bytes from 192.168.0.99: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.150 ms
--- 192.168.0.99 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.150/0.212/0.274 ms

```

Wenn Sie dem Rechner mit der IP-Nummer 192.168.0.99 in `/etc/hosts` einen Namen gegeben haben oder wenn es im Netz einen Name-Server gibt, können Sie bei `ping` statt der IP-Nummer den Rechnernamen angeben.

Als Nächstes können Sie testen, ob die Verbindung zum Internet gelingt (d. h., ob die Verbindung über das Gateway hergestellt werden kann und ob der Zugriff auf den Name-Server funktioniert):

```

root# ping -c 2 www.yahoo.com
PING www.yahoo.com (216.32.74.53): 56 data bytes
64 bytes from 216.32.74.53: icmp_seq=0 ttl=239 time=236.860 ms
64 bytes from 216.32.74.53: icmp_seq=1 ttl=239 time=239.709 ms
--- www.yahoo.com ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 236.860/238.284/239.709 ms

```

Wenn das nicht funktioniert, sind mehrere Ursachen denkbar. Vielleicht ist der Server von Yahoo gerade unerreichbar. Probieren Sie einfach eine andere bekannte Internet-Adresse aus.

Es kann auch sein, dass am Server von Yahoo aus Sicherheitsgründen `ping` deaktiviert ist. (In diesem Fall sollte aber immerhin die IP-Adresse angezeigt werden. Damit wissen Sie, dass DNS funktioniert, auch wenn Sie keine Antwort bekommen.)

Möglicherweise ist das Gateway nicht erreichbar. Testen Sie, ob das Gateway selbst mit `ping` erreichbar ist. (Das Gateway liegt im lokalen Netz und hat – um beim Beispiel dieses Kapitels zu bleiben – die IP-Nummer 192.168.0.1. Ist dieser Rechner gerade abgeschaltet?)

Eventuell war die Gateway-Konfiguration nicht erfolgreich. Führen Sie `route` aus. Die Option `-n` bewirkt, dass IP-Nummern statt Namen angezeigt werden. Solange es Probleme mit der Erreichbarkeit des Name-Servers gibt, ist das vorzuziehen. Entscheidend beim Ergebnis von `route` ist die letzte Zeile. Für alle IP-Adressen, die nicht in den Zeilen davor genannt wurden, gilt 192.168.0.1 als Gateway:

```

root# route -n
Kernel IP routing table

```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
192.168.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	0	0	0	lo
0.0.0.0	192.168.0.1	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

Falls Sie das Gateway selbst eingerichtet haben: Haben Sie an das Masquerading gedacht? (Die Einzelheiten dazu finden Sie in Kapitel 19.)

Ist der Name-Server selbst erreichbar? Versuchen Sie, mit `ping` einen Kontakt zum Name-Server herzustellen. (Verwenden Sie z. B. die IP-Nummer des Name-Servers Ihres Internet-Providers, siehe `/etc/resolv.conf`.)

Wenn dagegen alles funktioniert, steht Ihnen die weite Welt des Internets jetzt offen. Die Nutzung der diversen Dienste wird ab Kapitel 16 beschrieben.

14.5 Zugriff auf Verzeichnisse/Dateien im Netz

Bei mehreren miteinander vernetzten Rechnern liegt der Wunsch natürlich nahe, auf die Dateien anderer Rechner zuzugreifen. Eine im Internet sehr populäre Möglichkeit ist FTP (siehe Seite 703). Sie können diesen Dienst aber auch in lokalen Netzen nutzen, wenn auf dem Rechner, der die Daten zur Verfügung stellt, ein FTP-Server installiert und konfiguriert ist. Unter Linux ist dies oft schon in der Default-Konfiguration der Fall (was allerdings ein Sicherheitsrisiko ist); andernfalls ist das Einrichten eines einfachen FTP-Servers eine Frage von Minuten (siehe Seite 796).

Dieser Abschnitt beschreibt zwei andere Varianten, die in der Anwendung deutlich bequemer sind und deswegen in lokalen Netzen viel öfter als FTP eingesetzt werden: das Einbinden ganzer Verzeichnisse in das Dateisystem. Damit erreichen Sie, dass Sie auf externe Dateien ebenso zugreifen können wie auf lokale Dateien. Dabei können Sie wahlweise das unter Unix/Linux übliche *Network File System* (NFS) nutzen oder das in der Microsoft-Welt übliche *Server Message Block*-Protokoll (SMB) einsetzen.

Zugriff auf Dateien via NFS

Damit Sie NFS verwenden können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein: Der Rechner, dessen Dateien Sie lesen oder verändern möchten, muss über das Netz erreichbar sein (testen Sie das mit `ping`). Außerdem muss dort ein NFS-Server installiert sein, und dieser Server muss so konfiguriert sein, dass Sie die Erlaubnis zum Dateizugriff auf das gewünschte Verzeichnis haben. (Details zur NFS-Server-Konfiguration finden Sie auf Seite 798.)

Sind diese drei Voraussetzungen erfüllt, ist der Zugriff auf ein NFS-Verzeichnis denkbar einfach. Ein einfaches `mount`-Kommando genügt:

```
root# mount -t nfs jupiter:/data /externaldata
```

Damit wird das Verzeichnis `/data` des Rechners `jupiter` auf dem lokalen Rechner unter dem Verzeichnis `/externaldata` verfügbar. (Das Verzeichnis `/externaldata` muss natürlich existieren, bevor `mount` ausgeführt wird!) Von jetzt an können Sie auf alle Daten in `jupiter:/data` so zugreifen, als würden sie sich auf dem lokalen Rechner befinden. (Ob Sie die Daten auch verändern dürfen, hängt von den Konfigurationseinstellungen auf dem NFS-Server ab.)

TIPP

Statt des Rechnernamens können Sie auch die IP-Nummer angeben – also beispielsweise `192.168.0.17:/data`. Das ist eine Notlösung, wenn kein lokaler Name-Server existiert und der Name des NFS-Servers nicht in `/etc/hosts` eingetragen ist.

Mit `umount` wird das NFS-Verzeichnis wieder aus dem lokalen Dateisystem entfernt.

```
root# umount /externaldata
```

TIPP

Wenn die Netzwerkverbindung unterbrochen ist, sollten Sie `umount` mit der Option `-f` ausführen – sonst müssen Sie sehr lange warten, bis `umount` ausgeführt wird!

Selbstverständlich können Sie NFS-Verzeichnisse auch in `/etc/fstab` eintragen. Eine entsprechende Zeile sieht beispielsweise so aus:

```
# Ergänzung in /etc/fstab
jupiter:/data    /externaldata  nfs    user,noauto,exec 0 0
```

Zugriff auf Dateien via SMB

Das in der Windows-Welt übliche *Server Message Block*-Protokoll (SMB) ist das Gegenstück zu NFS für Unix/Linux. Damit Sie SMB unter Linux nutzen können, müssen Sie Samba installieren. Samba ist ein ganzes Bündel von Programmen, dessen Hauptaufgabe eigentlich darin besteht, Windows-Clients Zugriff auf Dateien und Drucker zu geben, obwohl sowohl die Daten als auch die Drucker von Linux verwaltet werden. Mit Samba können Sie unter Linux ähnliche Funktionen anbieten wie Windows NT. (Informationen zur Samba-Konfiguration für den Server-Betrieb finden Sie in Kapitel 19.)

Samba enthält allerdings auch einige Funktionen, mit denen Linux auf Ressourcen zugreifen kann, die von Windows-Rechnern zur Verfügung gestellt werden. Dieser Abschnitt erklärt, wie Sie unter Linux auf Dateien zugreifen können, die von einem Windows-Rechner via SMB zur Verfügung gestellt werden – also gleichsam Samba aus Client-Sicht. Als Fortsetzung wird auf Seite 621 beschrieben, wie Sie unter Linux auch Drucker nutzen können, die von einem Windows-Rechner zur allgemeinen Verwendung freigegeben wurden.

HINWEIS

Damit Sie die Samba-Client-Funktionen nutzen können, müssen natürlich die entsprechenden Pakete installiert sein. Unter Red Hat benötigen Sie `samba-client` und `samba-common` (beide aus der Gruppe `Application/System`), unter SuSE einfach das `samba`-Paket (Gruppe `n`).

Eine weitere Voraussetzung besteht darin, dass die im Netz befindlichen Windows-Rechner ihre Ressourcen freigeben (also z. B. den Zugriff auf ein Verzeichnis der Festplatte gestatten). Die entsprechenden Einstellungen müssen sowohl global durchgeführt werden (Datei- und Druckerfreigabe in den Netzwerkeinstellungen) als auch individuell für einzelne Verzeichnisse oder Drucker (Freigabe im Eigenschaftendialog des Windows-Explorers). Werfen Sie gegebenenfalls einen Blick in ein Buch über Windows-Netzwerkconfiguration!

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, Dateien aus Windows-Verzeichnissen unter Linux anzusprechen: durch SMB-kompatible Datei-Manager, das Programm `smbclient` sowie das Netzwerkdateisystem `smbfs`.

SMB-kompatible Dateimanager

Die bequemste Art des SMB-Datenzugriffs bieten Dateimanager, die das SMB-Protokoll direkt unterstützen. Zurzeit ist das leider nur bei wenigen Programmen der Fall. Eine positive Ausnahme ist das KDE-Programm `konqueror` (siehe auch Seite 550). Um auf das Verzeichnis `myshare` auf dem Windows-Rechner `venus` zuzugreifen, verwenden Sie die folgende Schreibweise in der `konqueror`-Adressleiste:

```
smb://venus/myshare
```

Sofern Sie den *LAN Information Server* `lisa` konfiguriert haben, können Sie `konqueror` auch als LAN-Browser verwenden und auf diese Weise feststellen, welche anderen Rechner sich im lokalen Netzwerk befinden und möglicherweise Samba-Shares (oder auch Webseiten, FTP-Verzeichnisse etc.) anbieten (siehe Seite 550).

smbclient

Das Textkommando `smbclient` ist ähnlich zu bedienen wie ein FTP-Client (siehe auch Seite 703). Mit `smbclient -L name` werden alle freigegebenen Ressourcen des Rechners `name` angezeigt.

```
user$ smbclient -L venus
added interface ip=192.168.0.2 bcast=192.168.0.255
      nmask=255.255.255.0
Password: *****
Domain=[SOL] OS=[Windows 5.0] Server=[Windows 2000 LAN Manager]
```

Sharename	Type	Comment
-----	----	-----
HP III	Printer	
myshare	Disk	
Server		Comment
-----		-----
VENUS		
Workgroup		Master
-----		-----
SOL		VENUS

Wenn `smbclient` eine Login-Fehlermeldung liefert (*access denied*), liegt das im Regelfall daran, dass die Benutzer- oder Workgroup-Namen Ihres Linux-Rechners nicht mit denen des Windows-Rechners oder Samba-Servers übereinstimmen. Die einfachste Lösung besteht darin, diese Informationen einfach als zusätzliche Parameter an `smbclient` zu übergeben. (Noch mehr Konfigurationsmöglichkeiten eröffnet

die Datei `/etc/smb.conf`. Diese Datei dient zwar primär zur Konfiguration eines Samba-Servers, einzelne Einstellungen werden aber auch von `smbclient` ausgewertet. `/etc/smb.conf` wird ab Seite 812 beschrieben.)

```
user$ smbclient -U benutzername -W workgroupname -L venus
```

Mit `smbclient //venus/myshare` stellen Sie eine Verbindung zum Rechner `venus` für das freigegebene Verzeichnis `myshare` her. Dabei werden Sie nach einem Passwort gefragt. Anschließend können Sie wie bei FTP Verzeichnisse mit `ls` ansehen, mit `cd` wechseln, mit `get` Dateien auf den lokalen Rechner übertragen (*download*) und mit `put` Dateien auf dem externen Rechner speichern (*upload*). (Einen Überblick über die wichtigsten Kommandos bekommen Sie mit `help`. Eine ausführliche Beschreibung der Kommandos finden Sie in der Manualseite zu `smbclient`.)

```
user$ smbclient //venus/myshare -U name -W wgname
added interface ip=192.168.0.2 bcast=192.168.0.255 nmask=255.255.255.0
Password: xxxxxxx
Domain=[SOL] OS=[Windows 5.0] Server=[Windows 2000 LAN Manager]
smb: > ls
.                D            0 Thu Sep  7 17:38:02 2000
..               D            0 Thu Sep  7 17:38:02 2000
data             D            0 Wed Apr  5 18:17:11 2000
file.xy          AR          226 Sat Dec 14 00:00:00 2000
```

smbfs-Dateisystem

Die auf den ersten Blick eleganteste Variante besteht darin, ein externes Verzeichnis wie bei NFS in das lokale Dateisystem einzubinden. Dazu geben Sie eines der beiden folgenden Kommandos an (je nachdem, ob die Windows-Freigabe auf der Basis von Benutzernamen erfolgt oder nicht):

```
root# mount -t smbfs //venus/myshare /extdata
root# mount -t smbfs -o username=name //venus/myshare /extdata
```

Damit wird das auf dem Windows-Rechner `venus` unter dem Namen `myshare` freigegebene Verzeichnis in das Linux-Dateisystem eingebunden. Die Daten stehen jetzt unter dem Linux-Verzeichnis `/extdata` zur Verfügung. (Dieses Verzeichnis muss vor dem Ausführen von `mount` natürlich schon existieren.)

Bei der Ausführung des Kommandos werden Sie nach dem Passwort gefragt. Sie können das Passwort aber auch direkt angeben. Das Kommando ist hier nur aus Platzgründen über zwei Zeilen verteilt.

```
root# mount -t smbfs -o username=name,password=pw \
//venus/myshare /extdata
```


Intern wird von mount das Kommando `smbmount` ausgeführt. Auf dessen Manualseite finden Sie daher eine Beschreibung der weiteren Optionen, die bei mount angegeben werden können. Selbstverständlich ist auch ein entsprechender Eintrag in `/etc/fstab` möglich.

```
# Ergänzung in /etc/fstab
//venus/myshare    /extdata    smbfs    user,noauto,exec    0    0
```

VORSICHT

umount kann nur ausgeführt werden, solange die Netzwerkverbindung besteht! Besonders ärgerlich ist das, wenn Sie einen Linux-Rechner herunterfahren (shut-down), während ein nicht mehr zugängliches SMB-Verzeichnis in das Dateisystem eingebunden ist. In diesem Fall ist der Shutdown für 15 Minuten blockiert. (Zu diesem Zeitpunkt sind die Linux-Partitionen leider noch eingebunden. Wenn Sie einfach die Reset-Taste drücken, müssen beim nächsten Rechnerstart alle Linux-Verzeichnisse überprüft werden.)

Generell genießen Windows-Share-Verzeichnisse keinen besonders guten Ruf, was die Stabilität betrifft.

14.6 Zugriff auf Drucker im lokalen Netzwerk

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie einen im Netzwerk verfügbaren Drucker unter Linux benutzen können. Leider gibt es dabei ziemlich viele Möglichkeiten, die davon abhängig sind, welches System zur Druckerverwaltung auf dem lokalen Rechner verwendet wird und wie der Rechner im Netzwerk verfügbar ist.

- Client-Seite (lokaler Rechner): Wie bereits auf Seite 409 beschrieben wurde, stehen unter Linux zumindest drei Spooling-Systeme zur Auswahl (BSD-LPD, LPRng und CUPS).
- Server-Seite (Drucker im Netzwerk): Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, wie der Drucker im Netzwerk zugänglich ist. Zum einen kann der Drucker über einen anderen Computer mit dem Netzwerk verbunden sein:

Linux/Unix-Drucker (Verwaltung durch Linux/Unix, LPD-Protokoll)

IPP-Drucker (Verwaltung durch Linux/Unix mit CUPS, Internet Printing Protocol)

Windows-Drucker (Verwaltung durch einen Windows-Rechner oder Samba-Server)

Novell-Drucker (Verwaltung durch einen Novell-Networks-Rechner)

Die bei weitem gängigste Variante für Drucker in Unix/Linux-Netzen ist das LPD-Protokoll (das alle gängigen Drucksysteme, also auch CUPS und LPRng unterstützen).

Die meisten Druckerhersteller bieten in der gehobenen Preisklasse aber auch so genannte Netzwerkdrucker an. Derartige Drucker haben einen integrierten Drucker-Server. Sie werden direkt an das lokale Netzwerk angeschlossen und bekommen einen eigenen Netzwerknamen. (Die Konfiguration des Druckers erfolgt über ein Web-Interface.) Fast alle derartigen Geräte können so verwendet werden, als würde es sich

um Linux/Unix-Drucker (LPD), Windows-Drucker oder um Novell-Drucker handeln. Manche Geräte bieten darüber hinaus zusätzliche Protokolle an (die allerdings nicht immer von Linux unterstützt werden):

Socket-API (z. B. JetDirect von HP)
AppSocket (z. B. Tektronix)
Internet Printing Protocol (IPP, noch selten)
Herstellerspezifische Protokolle

Zum Glück helfen bei der Konfiguration die Drucker-Tools der jeweiligen Distribution, sodass das Einrichten des Druckers selten ein Problem darstellt.

VERWEIS

Einen exzellenten Überblick über fast alle zurzeit gängigen Protokolle samt einer kurzen Funktionsbeschreibung finden Sie im LPRng-HOWTO:

<http://www.lprng.com>

Voraussetzungen für das Drucken im Netzwerk

HINWEIS

Zu den folgenden Regeln gibt es eine Ausnahme: Wenn sowohl der lokale Rechner als auch der Drucker-Server CUPS verwenden, ist keine Warteschlange erforderlich! Der externe Drucker kann wie ein lokaler Drucker einfach mit `lpr -Pname` angesprochen werden.

- Bevor Sie einen externen Drucker verwenden können, müssen Sie den Drucker auf dem lokalen Rechner einrichten. (Genaugenommen geht es darum, eine Warteschlange für den Rechner einzurichten.) Der Netzwerkdrucker bekommt damit auf dem lokalen Rechner einen eigenen Namen (den Namen der Warteschlange). Um ein Dokument dort auszudrucken, verwenden Sie das Kommando `lpr -Pname datei`.
- Sie müssen bei der Konfiguration der Warteschlange angeben, welches Protokoll der Server erwartet (Unix/LPD, Windows, Novell etc.).
- Sie müssen den Netzwerknamen oder die IP-Adresse des Drucker-Servers angeben.
- Sie müssen den Namen des Druckers angeben. Bei Unix/Linux-Druckern ist damit der Name der Warteschlange gemeint, mit der der Drucker am Server angesprochen wird. Bei Windows-Druckern handelt es sich um den Share-Namen.
- Je nach Protokoll sind weitere Angaben (z. B. Benutzername, Passwort, Port-Nummer etc.) erforderlich. Bitte beachten Sie, dass diese Angaben unverschlüsselt gespeichert werden (auch wenn üblicherweise nur `root` sowie eventuell Mitglieder der Gruppe `lp` darauf zugreifen dürfen). Daher sollten Netzwerkdrucker, die durch ein Passwort abgesichert sind, immer Passwörter bekommen, die sonst nicht in Verwendung sind!
- Falls Sie auf Windows-Drucker zugreifen möchten, müssen auf dem lokalen Rechner die Samba-Client-Tools installiert sein.
- Ein Ausdruck auf dem externen Drucker ist nur möglich, wenn der Server korrekt konfiguriert ist (d. h. insbesondere, dass Ihr Rechner die Erlaubnis hat, zu drucken). Informationen zur Konfiguration eines Drucker-Servers finden Sie ab Seite 802.

- Wenn der Drucker von einem Unix/Linux-Drucker-Server verwaltet wird und wenn es sich bei dem Gerät nicht um einen PostScript-Drucker handelt, muss geklärt werden, wo die PostScript-Daten in das Druckerformat umgewandelt werden: auf dem lokalen Rechner oder auf dem Server. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile, aber auf jeden Fall muss sichergestellt werden, dass nicht auf *beiden* Seiten Filter ausgeführt werden!

Der Normalfall besteht darin, dass die Filterung auf dem lokalen Rechner durchgeführt wird (d. h. Sie müssen bei der Konfiguration das Druckermodell angeben). Falls die Filterung dagegen auf dem Server durchgeführt wird, müssen Sie bei der lokalen Konfiguration angeben, dass es sich bei dem Netzwerkdrucker um einen PostScript-Drucker handelt (unabhängig davon, welches Modell es nun wirklich ist). Eine ausführlichere Darstellung zu diesem Thema finden Sie auf Seite 806.

Mandrake-Druckerkonfiguration

Dieser Abschnitt setzt voraus, dass Sie das Drucksystem CUPS verwenden. Zur Druckerkonfiguration können Sie das Programm `printerdrake` einsetzen. Das Programm sollte bei der Einrichtung von vier Typen von Netzwerkdruckern helfen, warf bei Tests mit Mandrake 8.0 aber zahlreiche Probleme auf (von denen die meisten aber mit Mandrake 8.1 behoben wurden).

- REMOTE LPD QUEUE: Zur Konfiguration müssen Sie zuerst den Namen angeben, unter dem Sie den Drucker lokal verwenden möchten. Im nächsten Dialog geben Sie den Netzwerknamen des Druckers sowie seinen Warteschlangennamen an. Zu guter Letzt können Sie noch das Druckermodell auswählen.
- REMOTE CUPS SERVER: Es ist nicht erforderlich, für einen CUPS-Drucker eine Warteschlange einzurichten – Sie können den Drucker ohne Vorarbeiten mit `lpr -Pname` ansprechen. In seltenen Fällen kann es aber dennoch sinnvoll sein, eine Warteschlange einzurichten – beispielsweise wenn der externe Drucker oft nicht verfügbar ist und Sie dann die Druckjobs lokal zwischenspeichern möchten. Allerdings hat `printerdrake` damit große Probleme.

Bei Mandrake 8.0 scheiterte der Versuch, mit `printerdrake` eine Warteschlange einzurichten (Absturz). Bei Mandrake 8.1 (Beta 3) gab es gar keine Möglichkeit mehr, eine derartige Warteschlange einzurichten.

Abhilfe: Verwenden Sie `kups`, wenn Sie eine Warteschlange für einen externen CUPS-Drucker einrichten möchten (siehe Seite 617).

- NETWORK PRINTER (SOCKET): Diese Variante ermöglicht es, einen Netzwerkdrucker anzusprechen, dessen Protokoll auf der Socket-API basiert. Das populärste Beispiel für derartige Drucker sind HP-Jetdirect-Drucker, wobei hier als Port-Nummer 9100 angegeben werden muss. (Bei anderen Herstellern gelten unter Umständen andere Port-Nummern.)
- SMB/WINDOWS: `printerdrake` verlangt hier die Eingabe der IP-Nummer des Windows-Rechners, obwohl diese normalerweise nicht erforderlich ist. Bei Mandra-

ke 8.0 ist die Konfiguration bisweilen überhaupt fehlgeschlagen, ohne dass hierfür ein Grund ersichtlich wurde. Abhilfe: Verwenden Sie abermals `kups`.

Die von `printerdrake` durchgeführten Einstellungen werden innerhalb der CUPS-Konfigurationsdateien gespeichert (siehe auch Seite 619).

Red-Hat-Druckerkonfiguration

Bei Red Hat ab Version 7.1 erfolgt die Druckerkonfiguration mit `printconf-gui`. Mit dem Programm können Sie folgende Netzwerkdrucker einrichten:

- **UNIX PRINTER (LPD):** Die zwei wesentlichen Einstellungen sind der Netzwerkname des Drucker-Servers sowie der Name der Warteschlange. Die Option `STRICT RFC1179 COMPLIANCE` sollte laut Red-Hat-Handbuch nur aktiviert werden, wenn es Probleme bei der Kommunikation mit einem Drucker-Server gibt, der nicht unter Unix/Linux läuft. Wenn die Option aktiviert wird, können beispielsweise keine Fehlermeldungen vom Server zum Client übertragen werden.
- **WINDOWS PRINTER (SMB SHARE):** Bei der Konfiguration eines Windows-Druckers ist es entscheidend, dass der Share-Name in der Form `//servername/sharename` angegeben wird. Alle anderen Einstellungen sind zwar optional, häufig muss aber mindestens noch ein Benutzername und ein Passwort angegeben werden.
- **NOVELL PRINTER (NCP QUEUE):** Bevor Novell-Drucker konfiguriert werden können, muss das Programm `nprint` (Pakete `ipxutils` und `ncpfs`) installiert werden. `printconf` überträgt andernfalls die Einstellungen nicht nach `/etc/printcap`. Die Konfiguration selbst ist unkompliziert.
- **JETDIRECT PRINTER:** Mit dieser Variante können Sie nicht nur HP-Jetdirect-Drucker ansprechen, sondern alle Drucker auf Basis der Socket-API. (Bei anderen Herstellern als HP gelten unter Umständen andere Port-Nummern.)

Bitte beachten Sie, dass veränderte oder neue Einstellungen erst wirksam werden, nachdem Sie diese explizit gespeichert und LPRng neu gestartet haben (`FILE|SAVE`, `FILE|RESTART LPD`)! `printconf` speichert die Einstellungen an den folgenden Orten:

```
/etc/printcap: Basiskonfiguration  
/var/spool/lpd/name/script.cfg: spezifische Zusatzeinstellungen  
/etc/alchemy/namespace/printconf/local.adl: printconf-Interna
```

SuSE-Druckerkonfiguration

Die YaST2-Druckerkonfiguration von SuSE 7.2 (im Standardmodus ohne CUPS) bietet bei der Konfiguration von Netzwerkdruckern vier Möglichkeiten:

- **DRUCKAUFTRÄGE AN EINEN ENTFERNTEN LPD WEITERLEITEN:** Damit werden Druckdateien ungefiltert (also im PostScript-Format) an einen Unix/Linux-Drucker-Server gesandt. Bei dieser Variante muss nur der Netzwerkname des Druckers sowie dessen Warteschlangenname angegeben werden.

- **PREFILTER-WARTESCHLANGE FÜR EINE LPD-WARTESCHLANGE:** Hinter dieser sperrigen Bezeichnung verbirgt sich eine zweite Variante, externe Unix/Linux-Drucker anzusprechen. Die Druckdaten werden jetzt lokal an das Format des Druckers angepasst (Filter-Funktion). Aus diesem Grund müssen bei dieser Variante auch das Druckmodell, die Seitengröße etc. angegeben werden.

Intern verwaltet YaST Netzwerkdrucker komplizierter als jede andere Distribution: Zuerst richtet das Programm wie bei der ersten Variante eine Warteschlange *remote* für die direkte Übertragung der Druckdaten an den externen Drucker ein. Außerdem erzeugt es drei Warteschlangen: *name*, *name-ascii* (Druck von Textdateien), *name-raw* (Druck ohne Filter). Diese drei Warteschlangen greifen dann auf *remote* zurück.

- **SAMBA/WINDOWS DRUCKER:** Im Konfigurationsdialog müssen Sie den Netzwerknamen sowie den Benutzernamen und das Passwort angeben. Mit **NAME DER ENTFERNTEN WARTESCHLANGE** ist der Name der Windows-Druckerfreigabe (Share-Name) gemeint.
- **NOVELL DRUCKER:** Die Konfiguration erfolgt wie bei Windows-Druckern.

Bei allen vier Varianten bietet YaST2 eine Liste aller Rechner im lokalen Netz zur Auswahl an. Wenn der gesuchte Drucker-Server fehlt, wählen Sie in der Liste den leeren Eintrag aus und geben den Netznamen selbst ein. Die Einstellungen werden in zwei Dateien gespeichert:

`/etc/printcap:` Basiskonfiguration
`/etc/apsfilterrc.y2prn_name.upp:` spezifische Zusatzeinstellungen

Die `apsfilter`-Dateien enthalten Zusatzinformationen (beispielsweise den Benutzernamen und das Passwort von Windows-Rechnern).

SuSE und CUPS: Ab SuSE 7.2 können Sie das Drucksystem auf CUPS umstellen (siehe Seite 407). Nach dieser Umstellung kann YaST2 zur CUPS-Konfiguration verwendet werden. (Die entsprechenden Dialoge sehen aber anders aus.)

Wie bei Mandrake können Sie nun folgende Netzwerkdrucker einrichten: IPP (CUPS-Server), LPD (BSD-kompatibel), Samba/Windows und JetDirect. Dabei werden natürlich auch die unter CUPS üblichen Konfigurationsdateien eingesetzt (siehe Seite 619).

Druckerkonfiguration mit kups

Wenn CUPS korrekt installiert ist, können Sie zur Druckerkonfiguration statt der distributionsspezifischen Werkzeuge auch `kups` einsetzen. Die Dialoge dieses Programms sind klarer strukturiert als bei den anderen hier beschriebenen Konfigurationsprogrammen. Ein wenig ungewöhnlich ist lediglich, dass der Name der neu eingerichteten Warteschlange erst im letzten Dialog angegeben wird.

Mit `PRINTER|ADD PRINTER` gelangen Sie in einen Dialog, in dem Sie zwischen vier Typen von Netzwerkdruckern auswählen können:

- **LPD** (gewöhnliche Unix/Linux-Netzwerkdrucker)
- **IPP** (Internet Printing Protocol): Damit können Sie für IPP-Drucker sowie für gewöhnliche Drucker, die von CUPS verwaltet werden, eine Warteschlange einrichten. (Das ist nur in Spezialfällen erforderlich! Derartige Drucker können auch ohne Warteschlange einfach mit `lpr -Pname` verwendet werden.) Nachdem Sie den Netzwerknamen des Drucker-Servers und die Port-Nummer (üblicherweise 631) angegeben haben, erscheint ein Auswahldialog mit den verfügbaren Druckern.
- **SMB** (Windows- oder Samba-Drucker): Bei der Auswahl des Druckers können Sie mit `SCAN NETWORK` nach Druckern im Netz suchen. Anschließend können Sie sogar einen der zur Verfügung stehenden Drucker auswählen.
- **AppSocket** (z. B. HP Netzwerkdrucker mit JetDirect-Interface): Auch bei dieser Variante versucht `kups`, mit `SCAN` bei der Suche nach dem Drucker zu helfen. Falls Ihr Drucker nicht den Port 9100 verwendet (HP JetDirect), sollten Sie vor dem `SCAN` die Port-Nummer mit `SETTINGS` einstellen. Der Dialog kann nur beendet werden, wenn der Drucker gefunden wird. Sie können also keine Konfiguration durchführen, wenn der Drucker gerade nicht erreichbar ist.

Intern

Die Druckerkonfiguration ist in einem sehr hohen Maß distributionsspezifisch. Zudem ändert sich die jeweilige Vorgehensweise momentan (vor allem aufgrund des Umstiegs einiger Distributionen auf CUPS) fast mit jeder Version. Aus diesem Grund fallen die folgenden Informationen relativ knapp aus.

VERWEIS

Dieser Abschnitt baut auf Kapitel 10 auf. Allgemeine Informationen zur Konfiguration der verschiedenen Drucksysteme finden Sie hier:

BSD LPD und LPRng: Seite 414

CUPS: Seite 423

Netzwerkdrucker bei BSD-LPD und LPRng

Bevor Sie auf einem anderen Rechner etwas drucken können, müssen Sie auf dem lokalen Rechner eine Warteschlange einrichten. Diese Warteschlange ist sowohl für die Zwischenspeicherung der Druckaufträge (wenn der externe Drucker gerade nicht erreichbar ist) als auch für die Kommunikation mit dem externen Drucker zuständig.

Die Konfiguration erfolgt bei beiden Spooling-Systemen in erster Linie durch `/etc/printcap`. Um auf einen externen LPD-Drucker-Server zuzugreifen, sind im Vergleich zur lokalen Konfiguration zwei Schlüsselwörter erforderlich: `rm` gibt den Rechnernamen des Servers an und `rp` den Druckernamen bzw. den Namen der Warteschlange.

Dafür entfällt das Schlüsselwort `lp` zur Angabe eines lokalen Drucker-Device. Die folgenden Zeilen zeigen die relevanten Ausschnitte aus einer `printcap`-Datei, um Daten auf dem Drucker `hp3` des Rechners `jupiter` auszudrucken. (Die restlichen `/printcap`-Einstellungen sind distributionsspezifisch.)

```
# /etc/printcap
hp3jupiter:\
...
:rm=jupiter:\
:rp=hp3:\
...
```

Wenn der Netzwerkdrucker ein anderes Protokoll verwendet (Windows, Novell etc.) erfolgt die Weiterleitung an den Drucker nicht direkt durch `lpd`, sondern durch ein externes Programm. SuSE setzt dazu Filter-Scripts ein, während Red Hat das Schlüsselwort `lp` verwendet, um ein zusätzliches Script speziell zur Übertragung an den Drucker anzugeben (z. B. `smbpring`, `ncpprint` oder `jetdirectprint`).

Netzwerkdrucker bei CUPS

Wenn Sie mit CUPS einen Drucker im Netzwerk ansprechen, gibt es grundsätzlich zwei Fälle: Entweder wird der externe Drucker ebenfalls durch CUPS verwaltet oder der Drucker wird durch ein anderes Drucksystem (BSD-LPD, LPRng, Windows/Samba etc.) verwaltet.

CUPS-Server: Soweit CUPS-Systeme (Client und Server) miteinander kommunizieren, ist die Verwendung von Netzwerkdruckern in der Defaultkonfiguration denkbar einfach: Alle Drucker sind unter ihrem normalen Namen auf allen Rechnern sichtbar (führen Sie `lpstat -a` aus) und können ohne weitere Vorarbeiten mit `lpr -Pname` benutzt werden. Falls mehrere Drucker im Netzwerk denselben Namen haben, müssen deren Namen in der Form `druckername@hostname` angegeben werden, also z. B. `lpr -PPhp3@jupiter`.

Es ist also *nicht* notwendig, auf dem Rechner `jupiter` eine eigene Warteschlange einzurichten, um einen von CUPS verwalteten Drucker auf dem Rechner `saturn` zu nutzen! (Diese Möglichkeit besteht aber durchaus. Wenn der externe Drucker z. B. nicht immer verfügbar ist, kann es sinnvoll sein, auf dem lokalen Rechner eine Warteschlange einzurichten, damit Druckaufträge dort zwischengespeichert werden können.)

Eine Besonderheit von CUPS besteht darin, dass alle CUPS-Rechner miteinander ständig in Kontakt stehen. Sobald ein neuer Drucker im Netz erscheint, trägt der lokale CUPS-Server dessen Namen in `/etc/printcap` ein. `/etc/printcap` verändert sich also dynamisch. (Änderungen werden manchmal erst nach ein bis zwei Minuten im Netzwerk sichtbar.) Im Gegensatz dazu enthält `/etc/cups/printers.conf` die Liste der lokalen Warteschlangen. Diese Datei ist statisch und kann nur durch die Konfiguration eines neuen Druckers bzw. einer neuen Druckerwarteschlange auf dem lokalen Rechner verändert werden.

Die Liste mit den Namen aller zurzeit im Netzwerk verfügbaren CUPS-Drucker können Sie mit `lpstat -a` ermitteln. Etwas ausführlicher ist das Ergebnis von `lpstat -v`, dem Sie auch entnehmen können, wo im Netzwerk sich der Drucker befindet.

Im folgenden Beispiel stehen im Netzwerk drei Drucker zur Verfügung: `hp3` befindet sich auf dem lokalen System und ist an der parallelen Schnittstelle angeschlossen. Dann gibt es einen weiteren Drucker mit diesem Namen, der aber von einem externen Rechner mit dem Namen *saturn* verwaltet wird. Dieser Drucker muss vom lokalen Rechner aus mit `hp3@saturn` angesprochen werden. Schließlich gibt es noch `hp640c`, der ebenfalls von *saturn* verwaltet wird.

```
user$ lpstat -a
hp3 accepting requests
hp3@saturn accepting requests
hp640c accepting requests
user$ lpstat -v
device for hp3: parallel:/dev/lp0
device for hp3@saturn: ipp://saturn:631/printers/hp3
device for hp640c: ipp://saturn:631/printers/hp640c
```

CUPS-inkompatible Drucker-Server: Wenn der Drucker nicht durch einen CUPS-Server verwaltet wird, sondern durch ein anderes Druckersystem, muss auf dem lokalen Rechner eine Warteschlange eingerichtet werden. Dazu verwenden Sie in der Regel eines der vorhin beschriebenen Konfigurationsprogramme.

Detailinformationen für die Netzwerkdrucker – also Protokoll, Login-Name etc. – werden bei CUPS in der Datei `/etc/cups/printers.conf` gespeichert. Das entscheidende Schlüsselwort ist dabei `DeviceURI`, das ähnlich wie eine Webadresse eingestellt wird. Die folgenden Zeilen geben einige Beispiele.

```
# in /etc/cups/printers.conf
# lokale Drucker (parallel, seriell, USB)
DeviceURI parallel:/dev/lp0
DeviceURI serial:/dev/ttyS0?baud=115200
DeviceURI usb:/dev/usb/lp0

# LPD-Netzwerkdrucker
DeviceURI lpd://saturn/hp3

# Drucker mit Socket-Protokoll (z.B. HP JetDirect)
DeviceURI socket://saturn:9100
```



```
# Windows-Drucker
#   Server-Name:          saturn
#   Workgroup-Name:      sol
#   Druckernamen (Share-Name): myprinter
#   Benutzername:        user
#   Passwort:            xxx
DeviceURI smb://saturn/myprinter
DeviceURI smb://SOL/saturn/myprinter
DeviceURI smb://user:xxx@saturn/myprinter
DeviceURI smb://user:xxx@SOL/saturn/myprinter
```

Der Vollständigkeit halber folgt hier noch die Syntax, wie der Device-Name eines externen CUPS-Druckers aussehen würde. (Wie bereits oben erklärt wurde, ist es im Regelfall nicht erforderlich, dazu eine Warteschlange einzurichten!)

```
# IPP/CUPS-Drucker
DeviceURI ipp://saturn.sol:631/printers/lp3
```

Windows-Drucker ansprechen

Bevor Sie einen Windows-Drucker verwenden können (egal, welches Drucksystem auf dem lokalen Rechner läuft), müssen Sie auf jeden Fall die Samba-Client-Tools installieren (bzw. bei Distributionen, die nicht zwischen Client- und Server-Tools differenzieren, das komplette Samba-Paket). Bevor ein Dokument auf einem Windows-Drucker ausgegeben wird, müssen die Ausgangsdaten vom PostScript-Format in das Format des Druckers umgewandelt werden. Das erledigt wie beim Ausdruck auf einem lokalen Drucker ein Filter.

Wie der Ausdruck tatsächlich erfolgt, hängt stark von der Distribution bzw. vom Spooling-System ab: Red Hat (LPRng) verwendet dazu das Script `smbprint`, SuSE (LPD-BSD) ein äquivalentes Script mit dem Namen `samba_print`.

CUPS kann natürlich ebenfalls auf Windows-Drucker zugreifen. Damit das funktioniert, muss ein Link von `/usr/lib/cups/backend/smb` auf das Samba-Kommando `smb-spool` eingerichtet werden. Dieser Link sollte während der CUPS-Installation automatisch eingerichtet werden. Ist das nicht der Fall, führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# ln -s 'which smbpool' /usr/lib/cups/backend/smb
```


Kapitel 15

Internet-Zugang via Modem/ISDN/ADSL

Im vorigen Kapitel wurde gezeigt, wie ein Linux-Rechner an ein schon vorhandenes lokales Netzwerk angeschlossen wird und wie das darin enthaltene Gateway zum Internet genutzt wird.

Als Privatanwender oder als Mitglied in einem LAN, das nicht mit dem Internet verbunden ist (auch das gibt es!) müssen Sie sich um die Internet-Anbindung selbst kümmern. Die drei populärsten Wege führen über ein Modem, eine ISDN-Karte oder ein ADSL-Network-Termination-Gerät (NAT, umgangssprachlich meist ADSL-Modem genannt).

Dieses Kapitel beschreibt die Konfiguration für alle drei Varianten. Wenn ein Modem oder eine ISDN-Karte eingesetzt wird, kommt dabei das Protokoll PPP zur Übertragung der TCP/IP-Daten zum Einsatz. Bei ADSL hängt es vom Provider ab, ob PPP benötigt wird oder nicht; in vielen Fällen ist das aber auch hier der Fall. Aus diesem Grund beginnt das Kapitel mit einem Abschnitt über die PPP-Grundlagen, die unabhängig von der eingesetzten Technologie gelten.

VERWEIS

Voraussetzung für dieses Kapitel ist die Kenntnis des Netzwerk-Vokabulars (siehe den Grundlagenabschnitt ab Seite 587 im vorangegangenen Kapitel!).

Sobald der Internet-Zugang zustande gekommen ist, können Sie die diversen Dienste des Internets nutzen. Diese sind in den Kapiteln 16 bis 18 beschrieben.

Es ist möglich, *mehrere* vernetzte Rechner mit nur einem Modem an das Internet anzuschließen. Dazu müssen Sie das so genannte Masquerading einsetzen. Diese Technik wird ab Seite 19.2 beschrieben.

15.1 PPP-Grundlagen

Der Internet-Zugang für Privatanwender erfolgt im Regelfall über so genannte Internet Provider. Das Grundprinzip ist einfach: Die Provider-Firma verfügt über einen vollwertigen Internet-Anschluss. Gegen eine Gebühr können Sie über die Telefonleitung mit einem Rechner des Providers in Verbindung treten. Dabei gibt es drei Varianten, die Telefonleitung zu nutzen: analog (Modem), digital in einem eingeschränkten Frequenzband (ISDN) oder digital in einem erweiterten Frequenzband (ADSL, SDSL). Normalerweise stellt Ihnen der Internet Provider auch eine oder mehrere E-Mail-Adressen zur Verfügung, außerdem meist etwas Platz auf seinem Webserver, damit Sie eine eigene Homepage gestalten können.

Wie kommt nun PPP ins Spiel? Eine serielle Verbindung (also z. B. eine Telefonleitung plus Modem) ist eigentlich nicht dazu geeignet, TCP/IP-Daten zu übertragen. Genau hier hilft PPP: Die Abkürzung steht für das *Point-to-Point Protocol*. Dieses ermöglicht eine TCP/IP-Verbindung zwischen zwei Rechnern über eine serielle Verbindung. Solange diese Verbindung zwischen Ihrem Rechner und dem Server des Providers existiert, ist Ihr Rechner ein echtes Mitglied des Internet. Neben PPP gibt es das mittlerweile kaum noch gebräuchliche Protokoll SLIP (*Serial Line IP*).

TIP

Dieser Abschnitt liefert Grundlageninformationen zum Thema PPP. Vielleicht interessiert es Sie aber gar nicht, wie PPP funktioniert, und Sie wollen einfach möglichst rasch eine Verbindung zu Ihrem Internet Provider herstellen. In diesem Fall überspringen Sie die folgenden Seiten und lesen auf Seite 637 (Modem) bzw. auf Seite 650 (ISDN) weiter, wo benutzerfreundliche Konfigurationsprogramme beschrieben sind. Mit etwas Glück funktioniert der Internet-Zugang innerhalb von zwei Minuten. Wenn Sie Pech haben und es Probleme gibt, ist immer noch genug Zeit für die Grundlagenlektüre!

HINWEIS

Es gibt auch Internet Provider, die statt der Telefonleitung das Kabel-TV-Netz verwenden. Möglicherweise werden in Zukunft auch Stromleitungen zur Datenübertragung eingesetzt. Die technischen Hintergründe sind zwar ganz andere, für den Anwender sieht diese Art des Internet-Zugangs aber ähnlich aus wie bei ADSL und erfordert auch eine ähnliche Konfiguration des Rechners.

VORSICHT

Eine Internet-Verbindung funktioniert immer in beide Richtungen – d. h. Sie haben Zugang zu Rechnern im Internet, aber andere Internet-Anwender haben theoretisch auch Zugang zu Ihrem Rechner. Es ist unbedingt erforderlich, dass alle Benutzer Ihres Rechners (/etc/passwd) durch Passwörter abgesichert sind. Wenn Ihr Rechner über längere Zeit ohne Unterbrechung 'online' ist, wie dies oft bei einem ADSL-Zugang der Fall ist, sollten Sie sich auch Gedanken über die Konfiguration einer Firewall machen. Kapitel 19 gibt dazu einleitende Informationen.

PPP-Datenblatt

Von Ihrem Internet Provider bekommen Sie in der Regel ein Informationsblatt, auf dem alle relevanten Daten für Ihren Internet-Zugang zusammengefasst sind. Diese Informationen sehen so ähnlich aus wie die folgende Liste. (Alle hier abgedruckten Passwörter und IP-Nummern sind natürlich frei erfunden. Versuchen Sie also nicht, mit diesen Daten eine Verbindung aufzubauen.)

Von diesen Daten sind für PPP eigentlich nur die ersten drei relevant. Alle weiteren Daten beziehen sich auf die Internet-Dienste, die Sie nutzen können, sobald die PPP-Verbindung hergestellt ist.

PPP

Telefonnummer:	123456
PPP-User-Name (Login):	hofer
PPP-Passwort:	qwe44trE

Internet-Zugang/WWW

Domain-Name-Server (DNS):	199.85.37.2
WWW-Proxy-Server:	www-proxy.provider.de (Port: 8080)

E-Mail und News

E-Mail-Adresse:	hofer@provider.de
SMTP-Mail-Server:	mail.provider.de
POP-Mail-Server:	pop.provider.de
News-Server (NNTP):	news.provider.de

Telefonnummer: Diese Nummer müssen Sie mit Ihrem Modem bzw. mit der ISDN-Karte wählen, um mit dem Internet Provider in Kontakt zu treten. (Bei ADSL-Zugängen benötigen Sie keine Telefonnummer).

User-Name und Passwort: Der User-Name und das Passwort sind erforderlich, um die PPP-Verbindung zum Provider herzustellen. Im obigen Beispiel stimmt der User-Name mit dem Namen in der E-Mail-Adresse überein, das muss aber nicht immer so sein.

DNS-Adresse: Die Aufgabe des Domain-Name-Servers ist es, Internet-Adressen (etwa `www.yahoo.com`) in IP-Adressen zu übersetzen – siehe Seite 587. Die DNS-Adresse muss in `/etc/resolv.conf` eingetragen werden (im Regelfall nicht direkt, sondern mit `linuxconf`, `YaST` oder einem anderen Konfigurationsprogramm).

Fast alle Internet Provider übertragen die DNS-Adresse während des Verbindungsaufbaus. Unter Linux wird diese Adresse üblicherweise automatisch berücksichtigt. Falls das nicht gelingt (das merken Sie daran, dass es beispielsweise unmöglich ist, WWW zu nutzen), müssen Sie die DNS-Adresse explizit angeben. Falls Sie die Adresse nicht kennen, hilft ein Start von Windows (natürlich nur, wenn Sie dort einen Internet-Zugang installiert haben): Stellen Sie die Verbindung her und führen Sie dann in einem DOS-Fenster das Programm `ipconfig /all` aus oder starten Sie das bei manchen Windows-Versionen verfügbare Programm `winipcfg.exe`. Beide Programme geben Auskunft über den zurzeit verwendeten DNS.

Proxy-Server: Ein Proxy-Cache dient als Zwischenspeicher für oft benötigte WWW-Seiten. Er kann in manchen Fällen die Übertragung von HTML-Dokumenten beschleunigen. Der Server-Name muss bei der Konfiguration des Browsers angegeben werden. Die Adresse des Proxy-Servers ist bereits in der internet-typischen Schreibweise ohne IP-Nummern angegeben; das setzt also bereits voraus, dass der Zugriff auf den DNS funktioniert.

E-Mail-Adresse: Das ist Ihre E-Mail-Adresse. Der Provider stellt gleichsam ein Postfach zur Verfügung, wo Sie Ihre E-Mails abholen können.

Mail-Server: Die beiden Mail-Server-Adressen benötigen Sie, damit Sie selbst verfasste E-Mails beim Provider zur Weiterleitung abgeben bzw. dort Ihre zwischengespeicherte Post abholen können. Details folgen in Kapitel 17.

News-Server: Falls Sie Beiträge aus Newsgruppen lesen bzw. selbst verfassen möchten, ist auch die Adresse des News-Servers von Bedeutung. Details folgen in Kapitel 18.

Authentifizierung

Prinzipiell sieht die Herstellung einer Internet-Verbindung via PPP folgendermaßen aus: Im ersten Schritt wird eine Verbindung zum Provider aufgebaut. Wenn mit einem Modem- oder einer ISDN-Karte gearbeitet wird, muss dazu die Telefonnummer des Providers gewählt werden. Bei der Modem-Variante kümmert sich das Zusatzprogramm chat darum, bei ISDN ippip.

Bei ADSL wird via Ethernet eine Verbindung zum ADSL Network Terminator (ANT) hergestellt, und je nach Protokoll (PPTP, PPPoE etc.) kümmert sich ein entsprechendes Programm darum, beim Provider die PPP-Verbindung quasi anzufordern. In allen Varianten geht es also zuerst einmal darum, dass Ihr Rechner und der Rechner des Providers miteinander 'sprechen' können.

Ist dieser Zustand erreicht, kommt `pppd` ins Spiel. (`pppd` steht für PPP-Dämon. Das ist das Programm, das für die Verarbeitung der PPP-Daten zuständig ist.) Die erste Aufgabe von `pppd` besteht darin, die Authentifizierung durchzuführen: Ihr Rechner muss sich beim Provider anmelden und stellt dazu den PPP-Benutzernamen und das PPP-Passwort zur Verfügung. Der Provider prüft diese Informationen und aktiviert schließlich die PPP-Datenübertragung (bzw. verweigert sie, wenn die Informationen falsch sind). Zur Authentifizierung gibt es nun eine Menge Varianten. Die beiden populärsten sind PAP und CHAP.

HINWEIS

`pppd` wird durch eine Reihe von Dateien in `/etc/ppp` gesteuert. Die wichtigste Datei ist `options`, in der diverse globale Optionen angegeben werden. Für die Authentifizierung wichtig sind `pap-secrets` und `chap-secrets`. Eine detaillierte Beschreibung der Konfigurationsdateien finden Sie ab Seite 629.

PAP steht für *Password Authentication Protocol*. Bei dieser Variante gibt der Client (also Ihr Rechner) den Login-Namen und das Passwort bekannt. Diese Daten müssen in der Datei `/etc/ppp/pap-secrets` gespeichert werden, und zwar (für das Beispiel dieses Kapitels) in der folgenden Form:

```
#in /etc/ppp/pap-secrets
"hofer"          *          "gwe44trE"
```

An `pppd` muss beim Start der Parameter `name hofer` übergeben werden (oder was immer der Login-Name ist). Das dazugehörige Passwort liest `pppd` selbst aus `pap-secrets`. (Diese Datei kann daher beliebig viele Name/Passwort-Paare enthalten.) Die Option `papcrypt` in `/etc/ppp/options` bewirkt, dass das Passwort verschlüsselt übertragen wird, was etwas sicherer ist. (Das funktioniert allerdings nur, wenn der Provider tatsächlich verschlüsselte Passwörter erwartet!)

CHAP steht für *Challenge Handshake Authentication Protocol* und ist sicherer als PAP. Hier initiiert der Server (also der Provider) die Authentifizierung und sendet ein so genanntes 'challenge'-Paket an den Client. `pppd` verwendet diese Daten, um aus dem Passwort einen so genannten 'hash'-Wert zu berechnen. `pppd` sendet dann den PPP-Login-Namen und den Hash-Wert zurück an den Provider. (Auf diese Weise wird vermieden, dass das Passwort selbst übertragen wird!)

Auch wenn das Authentifizierungsverfahren also ein wenig anders aussieht als bei PAP, ändert sich für die Konfiguration nicht viel. Der Login-Name und das Passwort müssen in `etc/ppp/chap-secrets` angegeben werden, wobei diese Datei dasselbe Format wie `pap-secrets` aufweist.

chat-Authentifizierung: Wenn PPP via Modem genutzt wird, gibt es noch eine dritte Authentifizierungsvariante: Noch bevor `pppd` gestartet wird, übergibt `chat` den Benutzernamen und das Passwort. Diese Variante stammt aus der Zeit alter Mailbox-Systeme, als die gesamte Kommunikation interaktiv über eine serielle Leitung und im ASCII-Format durchgeführt wurde. Mehr Informationen dazu finden Sie ab Seite 647.

Weiter gehende Informationen über Authentifizierungsoptionen etc. geben die sehr umfangreiche man-Seite zu `pppd` sowie das PPP-HOWTO. Einen exzellenten Überblick über die Authentifizierungsverfahren, CHAP-Varianten (es gibt mehrere!) sowie Tipps, wie man erkennen kann, welches Verfahren der Provider erwartet, finden Sie auf der folgenden Seite im Internet:

<http://axion.physics.ubc.ca/ppp-linux.html>

PPP wird hier aus Client-Sicht beschrieben. `pppd` kann auch dazu verwendet werden, einen PPP-Server einzurichten. Das ist dann erforderlich, um externen Anwendern die Möglichkeit zu geben, sich via Telefon bei Ihrem Rechner einzuloggen. Informationen zur Konfiguration von `pppd` als Server finden Sie in der Dokumentation und im PPP-HOWTO.

Je nach Distribution werden die Passwortinformationen nicht in `/etc/ppp/*` gespeichert, sondern in anderen Dateien (z. B. `/etc/wvdial.conf`). Das Programm oder Script, das für die Herstellung der Internet-Verbindung zuständig ist, übergibt die Parameter dann direkt an `pppd`.

PPP automatisch starten und stoppen

Wenn PPP auf einem einzelnen Rechner in Kombination mit einem Modem eingesetzt wird, ist eine manuelle Aktivierung/Deaktivierung meist ausreichend: Wenn Sie surfen oder Ihre E-Mail lesen möchten, starten Sie PPP manuell. Wenn Sie damit fertig sind, beenden Sie PPP wieder.

Dient der Rechner dagegen als Internet-Zugang für ein lokales Netz, ist eine manuelle Aktivierung/Deaktivierung unpraktisch. PPP sollte automatisch starten, sobald ein Anwender Internet-Funktionen benötigt. Ebenso sollte die Verbindung beendet werden (um unnötige Kosten zu vermeiden), wenn eine gewisse Zeit lang keine Daten mehr übertragen wurden.

Eine derartige Automatisierung (*Dial-on-Demand*, manchmal als DoD abgekürzt) bietet sich insbesondere in Kombination mit ISDN oder ADSL an, wo der PPP-Verbindungsaufbau nur ein bis zwei Sekunden dauert. (Bei einem Modem vergeht meist mehr als eine halbe Minute, bis die Verbindung endlich genutzt werden kann. Bis dahin melden viele Programme bereits einen *timeout*-Fehler.)

Grundsätzlich gibt es zwei Verfahren, um Dial-on-Demand zu erreichen. Das elegantere besteht darin, in der `pppd`-Optionsdatei einige zusätzliche Parameter anzugeben. Die folgenden Zeilen geben dafür ein Beispiel: `demand` bedeutet, dass die Verbindung nur bei Bedarf erstellt werden soll. (`pppd` erstellt dazu sofort eine 'virtuelle' Verbindung, anhand derer das Programm feststellen kann, ob Daten übertragen werden sollen.) `connect` gibt ein Script an, das ausgeführt wird, um die Verbindung herzustellen. `idle` gibt schließlich an, nach wie vielen Sekunden die Verbindung beendet werden soll, wenn keine Daten übertragen werden.

```
# in /etc/ppp/options
demand
connect /etc/ppp/connect-script
idle 120
ktune
```

Leider bereitet dieser Mechanismus in Kombination mit den meisten ADSL-Protokollen Probleme. In solchen Fällen kann `diald` eingesetzt werden. `diald` richtet eine virtuelle SLIP-Verbindung ein. (SLIP ist gewissermaßen der Vorgänger zu PPP und nicht mehr sehr populär. `diald` benötigt SLIP aber intern, unabhängig davon, auf welchem Protokoll – meist PPP – die reale Verbindung schließlich basiert.) Sobald `diald` Datenverkehr auf der virtuellen Verbindung feststellt, wird die tatsächliche Verbindung hergestellt. Bis zu diesem Zeitpunkt werden die bereits übertragenen Daten zwischengespeichert und dann an die wirkliche Verbindung weitergeleitet.

Erste Informationsquelle sollten einmal mehr die umfangreichen man-Texte zu `pppd` bzw. `diald` sein. Die folgende Internet-Adresse vermittelt einen guten Einstieg in `diald`.

<http://diald.sourceforge.net/>

Eine Problemquelle bei Dial-on-Demand besteht darin, dass häufig eine Verbindung aufgebaut wird, wenn dies gar nicht erwünscht ist. Ursache sind zumeist diverse im Hintergrund laufende Prozesse, die regelmäßig versuchen, eine Verbindung zum Internet herzustellen (etwa Mail- oder News-Server, aber auch ein lokaler Name-Server, der unbekannte Namen in IP-Nummern aufzulösen versucht). Durch eine geeignete Konfiguration dieser Programme oder auch durch Paketfilter für `pppd` bzw. `diald` (sodass diese Programme nur auf bestimmte IP-Daten reagieren, nicht einfach auf alle) können diese unerwünschten Verbindungen meist unterbunden werden. Der Aufwand für die Konfiguration und für die Suche nach den Ursachen dieser unerwünschten Verbindungen kann allerdings beträchtlich sein.

pppd-Konfigurationsdateien

`/etc/ppp/options` (Modem/PPP) oder `/etc/ppp/ioptions` (ISDN/IPPP): `pppd` und die ISDN-Variante `ipppd` kennen Dutzende von Optionen, die in den man-Seiten ausführlich beschrieben sind. Hier werden nur die wichtigsten Optionen in alphabetischer Reihenfolge kurz zusammengefasst – und das sind schon ziemlich viele. (SuSE verwendet statt `ioptions` den Dateinamen `options.ipppn`, um getrennte Einstellungen für mehrere `ippp`-Devices verwalten zu können.)

`connect script`

Zum Verbindungsaufbau wird das angegebene Script ausgeführt. Diese Option muss angegeben werden, damit `demand` verwendet werden kann.

`crtstcts`

Der Datenfluss über die serielle Schnittstelle wird mit RTS/CTS kontrolliert. Die Option ist nur beim Verbindungsaufbau via Modem von Interesse; in diesem Fall sollte sie verwendet werden.

`debug`

Der Verbindungsaufbau wird ausführlich via `syslogd` protokolliert (also in `/var/log/xxx`-Dateien, je nach Konfiguration von `syslogd`).

`defaultroute`

Sobald die PPP-Verbindung hergestellt wurde, wird die IP-Adresse als Default-Routing-Ziel für IP-Pakete definiert. Diese Option ist fast immer erforderlich (es sei denn, Sie kümmern sich um das Routing selbst, beispielsweise im `ip-up`-Script).

demand

Die Verbindung wird nicht sofort aufgebaut, sondern erst dann, wenn tatsächlich Daten übertragen werden sollen. Dazu wird das mit `connect` angegebene Script ausgeführt. (Durch `demand` wird automatisch auch `persist` aktiviert, es sei denn, dies wird explizit durch die Option `nopersist` verhindert.)

idle *n*

Die Verbindung soll automatisch beendet werden, wenn *n* Sekunden lang keine Daten übertragen werden. Das vermeidet vergessene Verbindungen und kann eine Menge Telefonkosten sparen!

ktune

Die Option erlaubt es `pppd`, Kernel-Einstellungen zu verändern. Das ist notwendig, damit das Datenpaket, das die Internet-Verbindung initiiert, nicht verloren geht.

lcp-echo-interval *n*

Sendet alle *n* Sekunden eine Echo-Anforderung an den Provider. Damit kann festgestellt werden, ob die Verbindung noch besteht.

lcp-echo-failure *n*

Gibt an, nach wie vielen unbeantworteten Echo-Anforderungen `pppd` die Verbindung beenden soll. Je nach `persist/nopersist` wird `pppd` dann beendet, oder es wird versucht, die Verbindung neu herzustellen.

lock

`pppd` richtet eine Locking-Datei für die PPP-Schnittstelle ein (z. B. die serielle Schnittstelle bei der Verwendung eines Modems). Das verhindert, dass ein zweites Programm (z. B. ein Terminal-Emulator) gleichzeitig auf die Schnittstelle zugreift.

mru *n* und mtu *n*

Stellt die gewünschten Werte für die *Maximum Receive Unit* und die *Maximum Transmit Unit* ein. MRU und MTU geben die Blockgröße der Datenpakete an. Normalerweise gilt für MRU die Defaulteinstellung 1500. Eine Veränderung der Defaultwerte kann aus zwei Gründen sinnvoll sein:

Zum einen bewirkt eine Verkleinerung von MTU/MRU bei sehr langsamen (Modem-)Verbindungen bessere Reaktionszeiten (wichtig z. B. zum komfortablen Arbeiten mit `telnet`). Die kleinste sinnvolle Einstellung beträgt 296 Byte (256 Byte Daten plus 40 Byte für den TCP/IP-Header).

Zum anderen gibt es bei einer Reihe von ADSL-Providern Protokollprobleme bei Paketen mit 1500 Byte (oder mehr). Hier muss der Wert auf 1490 reduziert werden. (Eine weitere Verkleinerung ist nicht sinnvoll, weil dadurch die Geschwindigkeit leidet.) Sie können die aktuelle Einstellung von `mtu` übrigens mit `ifconfig` überprüfen, sobald eine PPP-Verbindung hergestellt ist.

`name "abc"`

`pppd` verwendet *abc* sowohl als Rechnernamen für die Authentifizierung als auch als Login-Name, sofern beim Aufruf von `pppd` kein anderer Name angegeben wird. Für die PPP-Beispielkonfiguration dieses Kapitels (siehe Seite 625) müsste also `name "hofer"` verwendet werden.

`noauth`

Die PPP-Gegenstelle (also der Provider) braucht sich nicht zu authentifizieren. Diese Option ist fast immer erforderlich.

`noipdefault`

Diese Option bewirkt, dass der Provider die IP-Adresse für die PPP-Verbindung bestimmt (und nicht Ihr Rechner). Da fast alle Internet Provider die IP-Adressen dynamisch vergeben, muss diese Option fast immer verwendet werden! (Mit anderen Worten: Bei jedem Login erhalten Sie eine andere IP-Adresse, nämlich die erste gerade freie IP-Nummer des Providers. Das Verfahren ist dasselbe wie bei einem DHCP-Server in einem lokalen Netzwerk – siehe Seite 772.)

`nopersist`

Bewirkt das Gegenteil von `persist`: `pppd` wird beendet, wenn die Verbindung verloren geht (oder wegen eines `idle`-Timeouts beendet wird).

`persist`

`pppd` versucht bei einem ungewollten Verbindungsabbruch automatisch, die Verbindung wiederherzustellen. Diese Option gilt automatisch, wenn `demand` verwendet wird.

`pty script`

Die Option gibt ein Script bzw. Programm an, das statt eines Device zur Kommunikation verwendet werden kann. Die Option ist dann sinnvoll, wenn `pppd` ein externes Programm verwenden soll, das ein zusätzliches Kommunikationsprotokoll unterstützt (beispielsweise PPP over Ethernet, kurz PPPoE).

`usepeerdns`

Viele PPP-Server übertragen beim Verbindungsaufbau zwei DNS-Adressen. Die Option `usepeerdns` bewirkt, dass `pppd` diese Adressen beim Verbindungsaufbau ermittelt und an das Script `if-up` übergibt. Bei manchen Distributionen (z. B. SuSE) ist dieses Script so vorkonfiguriert, dass die DNS-Adressen automatisch in `/etc/resolv.conf` eingetragen werden.

`/etc/ppp/pap-secrets` und `/etc/ppp/chap-secrets`: Die beiden Dateien enthalten eine Liste aller Login-Namen und Passwörter für die PAP- bzw. CHAP-Authentifizierung. Normalerweise (d. h. wenn nur eine Verbindung für einen Benutzer verwaltet wird) enthalten die Dateien nur eine einzige Zeile nach folgendem Muster:

```
#/etc/ppp/pap-secrets bzw. /etc/ppp/chap-secrets
"hofer"          *          "qwe44trE"
```

Statt des `*` zwischen Name und Passwort kann die IP-Adresse angegeben werden, zu der die Verbindung hergestellt werden soll. In diesem Fall gilt die Passwortinformation nur

für diese IP-Nummer. Das ist ein zusätzlicher Schutzmechanismus gegen missbräuchliche Verwendung, der aber nur möglich ist, wenn die IP-Nummer bekannt und unveränderlich ist. (Bei ADSL-Verbindungen kann hier die IP-Adresse des ANT angegeben werden.)

/etc/ppp/ip-up und **/etc/ppp/ip-down**: Diese beiden Script-Dateien werden unmittelbar nach Herstellung der Verbindung bzw. nach deren Beendigung ausgeführt. Mögliche Anwendungen sind etwa das Einrichten oder Verändern von Routing-, Masquerading- und Firewall-Funktionen. Anwendungsbeispiele finden Sie in Kapitel 19.

HINWEIS

Viele PPP-Server übertragen beim Verbindungsaufbau zwei DNS-Adressen. Wenn `pppd` mit der Option `usepeerdns` gestartet wird, stehen die beiden Adressen in `ip-up` in den Variablen `DNS1` und `DNS2` zur Verfügung. Das kann dazu verwendet werden, `/etc/resolv.conf` dynamisch beim Verbindungsaufbau zu verändern.

TIPP

Achten Sie darauf, dass Ihre Script-Dateien ausführbar sind: `chmod u+x!`

Bei fast allen Distributionen werden vorkonfigurierte `ip-up`- und `ip-down`-Dateien mitgeliefert. Darüber hinausgehende Veränderungen sollten normalerweise in `ip-up.local` bzw. `ip-down.local` durchgeführt werden.

VERWEIS

Weitere Dokumentation zu PPP finden Sie im PPP-HOWTO und PPP-FAQ, im SuSE-Installationshandbuch (sehr praxisnah!) und in den sehr ausführlichen man-Seiten zu `pppd`.

15.2 Modem-Verbindung

Dieser Abschnitt erklärt, wie Sie mit dem Modem eine Internet-Verbindung herstellen. Vorweg ein kurzer Überblick über den Text, der gleichzeitig auch die Voraussetzungen zusammenfasst:

- Sie benötigen ein Modem, das von Linux unterstützt wird. Herkömmliche Modems bereiten keine Probleme. USB-Modems und so genannte Win-Modems (siehe Seite 633) werden aber nicht immer unterstützt.
- Sie müssen wissen, über welche Schnittstelle das Modem angesprochen wird. Üblicherweise lautet die korrekte Device-Datei `/dev/ttyS0` oder `/dev/ttyS1`. USB-Modems werden über `/dev/usb/ttyACMn` angesprochen. Manchmal zeigt der Link `/dev/modem` auf das richtige Device. (Internationale Modems und zu seriellen Schnittstellen sind in den beiden folgenden Abschnitten beschrieben.)
- Die Netzwerkfunktionen des Linux-Systems müssen so weit konfiguriert sein, dass `ping localhost` fehlerfrei funktioniert. Ist das nicht der Fall, vermittelt Kapitel 14 ab Seite 581 die erforderlichen Grundlagen.

- Zur eigentlichen Internet-Konfiguration stehen je nach Distribution eine ganze Reihe komfortabler Programme zur Auswahl. Dieser Abschnitt beschreibt die folgenden Tools:

kppp (Mandrake, Red Hat): siehe Seite 637

draknet (Mandrake): siehe Seite 640

rp3-config (Red Hat): siehe Seite 640

neat und internet-druid (Red Hat ab 7.2): siehe Seite 642

YaST2 (SuSE): siehe Seite 643

Falls Sie sich für eine manuelle Konfiguration interessieren, sollten Sie hier weiterlesen:

PPP-Konfiguration mit chat: siehe Seite 645

- Damit Linux Internet-Adressen in IP-Nummern auflösen kann, muss es die Adresse des DNS-Servers kennen. Im Regelfall wird diese DNS-Adresse beim Verbindungsaufbau automatisch eingestellt. Nur wenn das nicht funktioniert, müssen Sie die DNS-Adresse mit der Datei `/etc/resolv` manuell einstellen (siehe Seite 602).

Modem-Intern

Modemtypen

Ein Modem verbindet den Computer und den Telefonanschluss. Dabei gibt es mehrere unterschiedliche Typen:

Externe Modems: Externe Modems sind Zusatzgeräte mit eigenem Netzteil, die über ein Kabel mit der seriellen Schnittstelle des Computers verbunden werden. Sie haben zwar den Nachteil, dass sie einen erheblichen Kabelsalat verursachen, bereiten dafür aber kaum Probleme bei der Inbetriebnahme. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sich diese Modems leicht ein- und ausschalten lassen (etwa um auf diese Weise einen Reset durchzuführen, ohne gleich den Rechner neu zu starten).

Interne Modems: Interne Modems bestehen nur aus einer Steckkarte; die serielle Schnittstelle ist integriert. Von Linux werden solche Modems genauso wie externe Modems angesprochen. Allerdings handelt es sich bei den Billiggeräten oft um WinModems (siehe unten), die von Linux nicht oder nur schlecht unterstützt werden.

PCMCIA-Modems: Hierbei handelt es sich um Modems bzw. ISDN-Adapter in Form einer PCMCIA-Karte. Grundsätzlich werden solche Modems von Linux unterstützt, die Frage ist nur, ob Linux auch gerade Ihre PCMCIA-Karte kennt. Mehr Informationen zum Thema PCMCIA finden Sie auf Seite 466.

WinModems: Neben den gewöhnlichen Modems gibt es auch so genannte WinModems. Dabei werden diverse Modemfunktionen nicht durch die Hardware des Modems zur Verfügung gestellt, sondern per Software emuliert – und diese Software gibt es meist nur unter Windows (daher der Name).

WinModems werden unter Linux zurzeit mit wenigen Ausnahmen nicht unterstützt, was in erster Linie daran liegt, dass die Hardware-Firmen die erforderlichen Spezifikationen zur Entwicklung von Modem-Treibern nicht für Open-Source-Projekte zur Verfügung stellen. Am ehesten werden Sie als Notebook-Besitzer mit WinModems konfrontiert – in den meisten Notebooks befinden sich leider WinModems. Mehr Informationen zu diesem unerfreulichen Thema finden Sie unter:

<http://linmodems.org/>

Eines der WinModems, zu denen momentan immerhin Binärtreiber (ohne vollständigen Quellcode) verfügbar sind, ist jenes von Lucent. Der aktuelle Treiber ist hier zu finden:

<http://www.heby.de/ltmodem>

Es handelt sich dabei um ein RPM-Paket, das im Wesentlichen aus zwei Kernel-Modulen und einem winzigen Setup-Programm besteht. Das Setup-Programm wird bei der RPM-Installation automatisch ausgeführt. Es erzeugt die Device-Datei `/dev/ttyLT0` für das Modem, richtet einen Link von `/dev/modem` auf dieses Device ein und fügt am Ende von `/etc/modules.conf` eine `alias`-Zeile ein, damit die Kernel-Module automatisch verwendet werden. Wenn die Kernel-Module nicht exakt zu Ihrem Kernel passen, muss das Kernel-Modul manuell mit `insmod -f` geladen werden (siehe die mitgelieferte Dokumentation).

Auf meinem Notebook (IBM Thinkpad 570, SuSE 7.2) hat dieses Prozedere trotz aller Skepsis überraschend gut funktioniert. Es gelang innerhalb von zehn Minuten, das Modem in Betrieb zu nehmen und eine PPP-Verbindung zum Provider herzustellen. Manchmal ist die Konfiguration von Linux wirklich einfacher, als man zu hoffen wagt.

ISDN-Adapter: Während Modems auf einer analogen Datenmodulierung basieren, kann bei einem ISDN-Telefonanschluss auf diese Modulierung verzichtet werden. Insofern sind ISDN-Karten also keine Modems, auch wenn sie manchmal so bezeichnet werden. Der Umgang mit ISDN-Karten wird auf Seite 650 beschrieben.

USB-Modems: Neuerdings gibt es auch USB-Modems bzw. USB-ISDN-Adapter. Zur Verwendung solcher Modems ist im Regelfall das USB-Kernel-Modul `acm` erforderlich. Wenn Ihr Modem von diesem Modul unterstützt wird, können Sie es einfach über `/dev/usb/ttyACM*` ansprechen (statt über `/dev/ttyS*`).

Ob und wie Ihr USB-Modem unterstützt wird, erfahren Sie unter:

<http://www.linux-usb.org/>

Allgemeine Informationen zu USB und Linux finden Sie im Hardware-Kapitel dieses Buchs ab Seite 456.

ADSL Network Terminator (ANT): ANTs verbinden Ihren Computer mit einem ADSL-Internet-Zugang. Umgangssprachlich werden diese Geräte oft ADSL-Modems genannt,

was genauso falsch ist wie bei ISDN-Adaptern. Informationen zu ADSL finden Sie auf Seite 659.

Modemsteuerung

Als Steuerungssprache zwischen Computer und Standardmodems hat sich der Hayes-AT-Befehlssatz als Quasistandard etabliert. Beinahe jedes gängige Modem versteht diese Kommandos. Beispielsweise bedeutet das Kommando ATDT12345, dass das Modem die Nummer 12345 wählen soll.

Ein Anwendungsbeispiel für die AT-Befehle finden Sie auf Seite 647, wo gezeigt wird, wie mit einer Script-Datei der PPP-Verbindungsaufbau automatisiert werden kann. Dabei wird mit einem AT-Kommando der Lautsprecher des Modems ausgeschaltet. (Damit entfällt das lästige Gepiepse während des Wählens.)

Serielle Schnittstelle

Im Normalfall haben Sie Ihr Modem an die erste oder zweite serielle Schnittstelle angeschlossen. (Unter Umständen beansprucht die Maus die erste serielle Schnittstelle.) Unter Linux sprechen Sie das Modem über `/dev/ttyS0` (entspricht COM1: unter DOS/Windows) bzw. über `/dev/ttyS1` an (COM2:).

Bei manchen Distributionen wird bei der Modemkonfiguration ein Link eingerichtet, der von `/dev/modem` auf `/dev/ttySn` zeigt. Dieser Link ist aber nicht unbedingt erforderlich und kann die Ursache von Locking-Problemen sein. (Diese treten auf, wenn zwei Programme gleichzeitig auf die serielle Schnittstelle zugreifen möchten.)

```
root# ls -l /dev/ttyS0,1 /dev/modem
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Jan 5 /dev/modem -> /dev/ttyS0
crw-rw---- 1 root uucp 4, 64 Jan 5 /dev/ttyS0
crw-rw---- 1 root uucp 4, 65 Dec 11 /dev/ttyS1
```

TIPP

Bis zum Linux-Kernel 2.0.*n* konnte das Modem auch über `/dev/cuan` angesprochen werden. Ab Kernel 2.2 ist das aber nicht mehr möglich!

Am einfachsten können Sie Ihr Modem mit den Programmen `minicom` oder `seyon` ausprobieren. (Bei den Programmen handelt es sich um so genannte Terminalemulatoren.) Starten Sie eines dieser Programme, und geben Sie `ATH` und `(←)` ein. Damit fordern Sie das Modem auf, eine eventuell bestehende Verbindung zu unterbrechen. Das Modem antwortet mit `OK`. Jetzt wissen Sie, dass die Kommunikation zwischen Linux und dem Modem klappt. Gegebenenfalls müssen Sie beim Start von `minicom` oder `seyon` angeben, über welche Schnittstelle das Modem angesprochen werden soll.

TIPP

Eine Menge weiterer Informationen zum Umgang mit der seriellen Schnittstelle und mit diversen Modems (auch mit exotischen Modellen) finden Sie in den Modem- und Serial-HOWTO-Texten.

Zugriff auf die serielle Schnittstelle

Normalerweise dürfen auf `/dev/ttySn` nur `root` sowie alle Mitglieder der Gruppe `uucp` zugreifen. Damit außer `root` auch gewöhnliche Benutzer die serielle Schnittstelle verwenden dürfen, müssen diese Benutzer mit dem Kommando `usermod` der Gruppe `uucp` zugeordnet werden (siehe Seite 179).

Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass das Programm zur Herstellung der Internet-Verbindung (z. B. `kppp`) mit dem `Setuid`-Bit ausgestattet wird. (Das bedeutet, dass das Programm ausgeführt wird, als wäre es `root` – siehe Seite 217.) Das vermeidet Probleme beim Zugriff auf Device-Dateien, kann aber eine Sicherheitslücke öffnen.

Locking-Datei: Die meisten Programme, die auf eine serielle Schnittstelle zugreifen, legen eine Locking-Datei an. Damit signalisieren sie allen anderen Programmen, dass die Schnittstelle momentan blockiert ist. Locking-Dateien werden normalerweise in `/var/lock` gespeichert.

Beim Erstellen der Locking-Datei tritt dasselbe Problem wie beim Zugriff auf das Device der seriellen Schnittstelle auf: Nur `root` und die Mitglieder der `uucp`-Gruppe dürfen innerhalb von `/var/lock` Dateien verändern. Die Lösung des Problems ist dieselbe wie beim Modem-Device: Entweder werden alle Benutzer, die das Modem verwenden dürfen, der Gruppe `uucp` zugeordnet, oder das Verbindungsprogramm benötigt das `Setuid`-Bit.

Erkennung der seriellen Schnittstelle

Die serielle Schnittstelle wird üblicherweise bereits während des Kernel-Starts erkannt. Sie können sich davon mit `dmesg` überzeugen:

```
root# dmesg | less
Serial driver version 5.05a (2001-03-20) with HUB-6 MANY_PORTS
MULTIPOINT SHARE_IRQ SERIAL_PCI enabled
ttyS00 at 0x03f8 (irq = 4) is a 16550A
ttyS01 at 0x02f8 (irq = 3) is a 16550A
```

Falls es Probleme mit der seriellen Schnittstelle gibt, können Sie mit `setserial` Informationen über die zur Verfügung stehenden Schnittstellen ermitteln:

```
root# setserial -bg /dev/ttyS*
/dev/ttyS0 at 0x03f8 (irq = 4) is a 16550A
/dev/ttyS1 at 0x02f8 (irq = 3) is a 16550A
```

Mit `setserial` können auch nicht automatisch erkannte Parameter der seriellen Schnittstelle eingestellt werden (siehe `man`-Seite). Wenn das erforderlich ist, können Sie `setserial` auch im Rahmen des `Init-V`-Prozesses automatisch ausführen. Die meisten Distributionen sehen derartige `Init-V`-Scripts bereits vor, allerdings sind diese in der Defaulteinstellung nicht aktiv (weil sie nur in Ausnahmefällen benötigt werden).

Geschwindigkeit der seriellen Schnittstelle

Im Regelfall (d. h. bei der Verwendung marktüblicher Hardware und einer einigermaßen aktuellen Kernel-Version) erfolgt die Kommunikation zwischen der seriellen Schnittstelle und dem Modem deutlich schneller, als das Modem Daten verarbeiten kann. (Anders ausgedrückt: Nicht die serielle Schnittstelle, sondern das Modem limitiert die Datenübertragungsgeschwindigkeit.)

In sehr seltenen Fällen kann es aber notwendig sein, die Geschwindigkeit der seriellen Schnittstelle vor der Herstellung der Internet-Verbindung mit `stty` manuell einzustellen. Das Eingabeumleitungszeichen `<` ist übrigens korrekt, obwohl Sie vielleicht `>` erwarten würden: `stty` verändert die Geschwindigkeit, indem es Daten von der Schnittstelle liest. Zulässige Geschwindigkeiten sind z. B. 38.400, 57.600, 115.200 und 230.400.

```
root# stty ispeed 115200 < /dev/ttyS1
```

Manche Programme können nur bis zu einer Geschwindigkeit bis zu 38.400 Bits pro Sekunde konfiguriert werden (was einstmals als absolutes Maximum betrachtet wurde). Um auch bei diesen Programmen eine höhere Schnittstellengeschwindigkeit zu erzielen, muss mit dem Zusatzprogramm `setserial` die Option `spd_hi` oder `spd_vhi` für die jeweilige Schnittstelle gesetzt werden. Damit wird erreicht, dass beim Ansprechen der jeweiligen Schnittstelle der Wunsch nach 38.400 bps automatisch in 57.600 bps oder 115.200 bps umgesetzt wird:

```
root# setserial /dev/ttyS1 spd_hi # 57600 statt 38400 bps
root# setserial /dev/ttyS1 spd_vhi # 115200 statt 38400 bps
```

Mit Tricks kann auch eine Geschwindigkeit von 230.400 bps erreicht werden (laut Modem-HOWTO):

```
root# setserial /dev/ttyS1 spd_cust baud_base 230400 divisor 1
```

Tipp

Eine Menge weiterer Informationen zum Umgang mit der seriellen Schnittstelle und mit diversen Modems (auch mit exotischen Modellen) finden Sie in den Modem- und Serial-HOWTO-Texten.

PPP-Konfiguration mit `kppp`

Alle in diesem Buch behandelten Distributionen installieren per Default das KDE-Programm `kppp` (siehe Abbildung 15.1). Dieses Programm hilft dabei, den Internet-Zugang per Modem zuerst zu konfigurieren und dann zu nutzen. Unterschiedlich ist allerdings der Stellenwert, den das Programm je nach Distribution einnimmt.

- **Mandrake:** Das Mandrake-Kontrollzentrum startet zur Herstellung des Internet-Zugangs das Programm `draknet` (siehe Seite 640). Die Einstellungen werden in `/usr/share/config/kppprc` gespeichert und gelten damit für alle `kppp`-Nutzer. Jeder Benutzer kann diese Internet-Verbindung mit `kppp` herstellen. (Das Internet-Icon am Mandrake-KDE-Desktop führt daher direkt zu `kppp`, sobald eine Modem-Verbindung definiert wurde.) Darüber hinaus kann jeder Benutzer mit `kppp` zusätzliche private Internet-Verbindungen definieren und nutzen.
- **Red Hat:** Red Hat liefert neben `kppp` mehrere dazu inkompatible Konfigurationswerkzeuge mit, z. B. `rp3-config` und `neat` (ab Version 7.2). Diese beiden Programme sind ab Seite 640 beschrieben. Es ist Ihnen überlassen, welches Programm Sie verwenden. `kppp` ist aber durchaus eine gute Wahl, weil es einfach zu konfigurieren und problemlos auch von gewöhnlichen Benutzern zu verwenden ist.
- **SuSE:** SuSE sieht zur Internet-Konfiguration YaST2 vor (siehe Seite 643). Dieses Programm basiert abermals auf `wvdial` und ist zu `kppp` inkompatibel. `kppp` kann unabhängig von YaST2 verwendet werden; wegen der guten Integration der SuSE-Internet-Tools ist die Konfiguration mit YaST2 aber vorzuziehen.

Konfiguration: Grundsätzlich kann `kppp` von allen Benutzern verwendet werden. Jeder Benutzer kann mit dem Programm einen oder mehrere Internet-Zugänge einrichten und diese dann nutzen.

Zur Neukonfiguration eines Zugangs klicken Sie im Hauptdialog `SETUP` und im Konfigurationsdialog `NEW` an. Sie haben nun die Wahl zwischen einem Wizard (Assistenten) oder der dialoggeführten Konfiguration. Der Wizard ist allerdings nur dann hilfreich, wenn Ihr Internet Provider in der `kppp`-internen Provider-Datenbank enthalten ist.

Im Account-Dialog können Sie nun beinahe endlos viele Einstellungen durchführen. Im Regelfall reichen aber nur zwei Angaben aus: Sie müssen dem Account einen Namen geben und eine oder mehrere Telefonnummern angeben. Als Authentifizierungsverfahren ist PAP voreingestellt, was in den meisten Fällen zutrifft. Die Option `STORE PASSWORD` bestimmt, ob das (erst später anzugebende) Passwort für den Zugang in der `kppp`-Konfigurationsdatei im Klartext gespeichert werden soll. Wenn Sie die Option deaktivieren, müssen Sie das Passwort bei jedem Verbindungsaufbau neu eingeben.

Nach Abschluss der Account-Konfiguration müssen Sie im Device-Blatt des Konfigurationsdialog noch angeben, welches Device `kppp` zur Ansteuerung des Modems verwenden soll (üblicherweise `/dev/ttySn`). Recht wichtig ist die Einstellung `MODEM TIMEOUT`, die angibt, nach wie vielen Sekunden ohne Aktivität die Verbindung automatisch getrennt wird (Default: 60 Sekunden). Alle anderen Einstellungen sind optional und müssen nur selten verändert werden.

Verwendung: Um eine Verbindung zum Internet herzustellen, wählen Sie im `kppp`-Hauptdialog den gewünschten Account aus (siehe Abbildung 15.2) und klicken `CONNECT` an. Nur beim ersten Mal müssen Sie dabei den Login-Namen und das Passwort angeben.

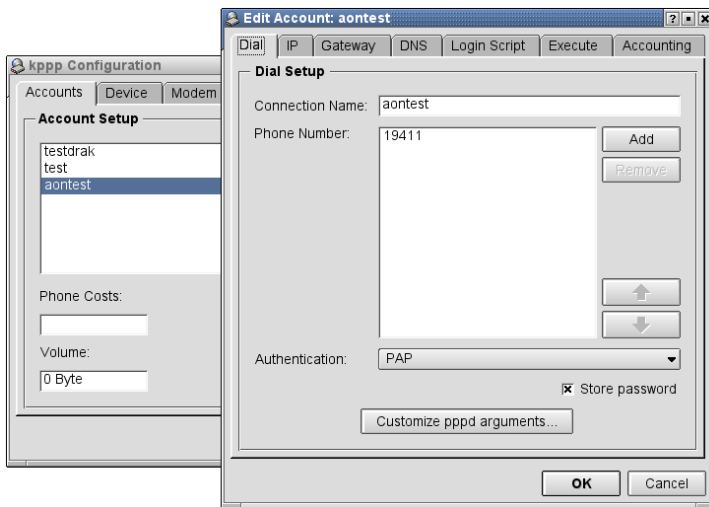


Abbildung 15.1: PPP-Konfiguration mit kppp

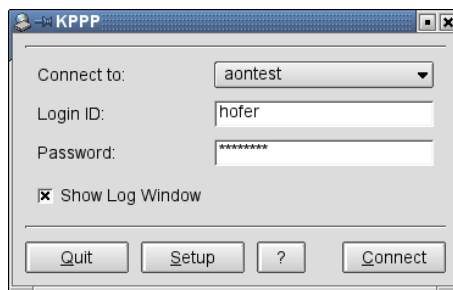


Abbildung 15.2: Verbindungsaufbau mit kppp

Während des Verbindungsaufbaus wird optional ein Statusdialog angezeigt. Wenn alles klappt, erscheint anschließend ein weiterer Dialog, der die Online-Zeit angibt und die Möglichkeit bietet, die Verbindung wieder zu trennen. Die Bedienung ist also denkbar einfach.

Interna: kppp speichert die Informationen über die eingerichteten Accounts individuell für jeden Benutzer:

```
~/ .kde[2]/share/config/kppprc
```

Wenn Sie einen Account global für alle Benutzer einrichten möchten, müssen Sie den Account-Abschnitt in die globale kppp-Konfigurationsdatei kopieren.

```
<kdedir>/share/config/kppprc
```

Per Default darf jeder Benutzer kppp verwenden. Wenn Sie das nicht wollen, besteht die einfachste Möglichkeit darin, in `/etc/kppp.allow` die Benutzernamen einzeln aufzuzählen (einen pro Zeile). Eine andere Möglichkeit besteht darin, sowohl das Programm kppp als auch alle Benutzer, die das Programm verwenden dürfen, einer Gruppe zuzuordnen. Weitere Details zur Sicherheit von kppp finden Sie im ausführlichen Online-Handbuch. Dieses erklärt unter anderem, warum kppp trotz Setuid-Bit als relativ sicher gelten darf.

PPP-Konfiguration mit draknet (Mandrake)

Der CONNECTION-Dialog des Mandrake-Kontrollzentrums ist insofern ein wenig unübersichtlich, als darin LAN- und Internet-Einstellungen vermischt sind. Die Konfiguration eines Internet-Zugangs via Modem starten Sie mit CONFIGURE. Damit wird das Programm draknet gestartet, das mit einigen Dialogen bei der Durchführung der richtigen Einstellungen hilft (siehe Abbildung 15.3).

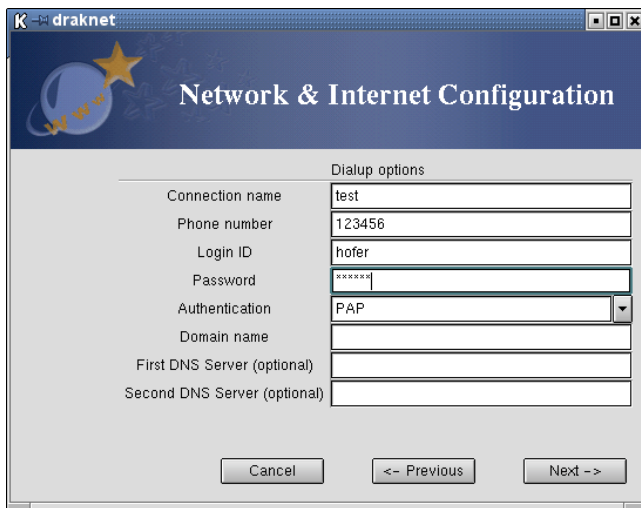


Abbildung 15.3: PPP-Konfiguration mit draknet

Die Einstellungen werden einerseits in `/etc/sysconfig/draknet.modem` gespeichert, andererseits auch in `/usr/share/config/kppprc`. Zum Verbindungsaufbau kann root das Mandrake-Kontrollzentrum verwenden. Alle anderen Benutzer müssen auf kppp zurückgreifen.

PPP-Konfiguration mit rp3 (Red Hat 7.1)

Bei Red Hat 7.1 ist kppp das Defaultprogramm zur Herstellung einer Internet-Verbindung per Modem. rp3 stellt dazu eine Alternative dar, die sich vor allem durch die ansprechende Benutzeroberfläche auszeichnet.

wvdial: Intern basiert `rp3` auf dem Programmpaket `wvdial`. Dieses Programm versucht, möglichst viele Konfigurationsparameter (z. B. das Authentifizierungsverfahren) selbst zu erkennen, und reduziert so die manuellen Einstellungen auf ein Minimum. Im Regelfall brauchen Sie nur drei Parameter anzugeben: die Telefonnummer, den PPP-Login-Namen und das PPP-Passwort. In manchen Situationen, in denen `kppp` nicht auf Anhieb funktioniert, erspart `wvdial` die mühsame Suche nach anderen Konfigurationseinstellungen.

VERWEIS

Weitere Informationen zu `WvDial` (inklusive einer FAQ) finden Sie unter:
<http://www.worldvisions.ca/wvdial/>

Konfiguration: Wenn Sie im Programm `rp3-config` `ADD` anklicken, gelangen Sie zu einem farbenfrohen Assistenten ganz im Stile vergleichbarer Programme für Microsoft Windows. Das Programm versucht im ersten Schritt, das Modem zu erkennen (was im Regelfall auch gelingt, sofern dieses eingeschaltet ist). Im zweiten Schritt geben Sie einen Account-Namen (eine beliebige Zeichenkette) und die Telefonnummer des Providers an. Im dritten Schritt geben Sie Ihren PPP-Login-Namen und das Passwort an. Im vierten Schritt wird schließlich eine recht spärliche Liste vordefinierter Provider angezeigt. Im Normalfall werden Sie Ihren Provider dort nicht finden – klicken Sie einfach 'Normal ISP' an.

Die Konfigurationsdaten werden nun als neuer Account im Fenster `INTERNET CONNECTIONS` angezeigt. Über den `EDIT`-Button können Sie dort einige weitergehende Einstellungen durchführen. Dazu zählt auch die Angabe einer DNS-Adresse, die aber nur dann erforderlich ist, wenn Ihr Provider beim Verbindungsaufbau keine DNS-Informationen weitergibt.

Verwendung: Zum Verbindungsaufbau verlassen Sie `rp3-config` und starten stattdessen `rp3`. Dort müssen Sie die gewünschte Schnittstelle auswählen (den Account-Namen, den Sie oben verwendet haben). Nach dem Verbindungsaufbau erscheint ein kleines Fenster, das den aktuellen Zustand der Verbindung anzeigt. Durch einen einfachen Mausklick können Sie die Verbindung herstellen bzw. trennen. `rp3` kann auch als Applet im Gnome-Panel verwendet werden.

Zusammen mit dem `rp3`-Paket wird auch das Programm `usernet` installiert. Dabei handelt es sich um ein kleines X-Programm, mit dem per Mausklick alle Netzwerkschnittstellen (Ethernet, PPP etc.) ein- und ausgeschaltet werden können. `root` darf alle Schnittstellen (de)aktivieren; gewöhnliche Benutzer dürfen das nur mit den Schnittstellen, die für alle Benutzer freigegeben sind. Vor allem für KDE-Benutzer ist `usernet` eine wesentlich elegantere Alternative zu `rp3`.

Falls der Verbindungsaufbau nicht funktioniert, sollten Sie sich vergewissern, dass `/dev/modem` auf die Modem-Device-Datei (z. B. `/dev/ttyS0`) zeigt. Dieser Link ist eine Voraussetzung dafür, dass `wvdial` funktioniert. Wenn der Link fehlt, müssen Sie ihn (als `root`) selbst einrichten:

```
ln -s /dev/ttyS0 /dev/modem
```

Intern: Die Konfigurationsparameter werden in den folgenden Dateien gespeichert:

```
/etc/wvdial.conf: wvdial-Details samt Passwort für alle Modem-Verbindungen
/etc/sysconfig/networking/devices/ifcfg-name: Verbindungsparameter
/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-pppn: Link/Kopie der Verbindungsparameter
```

Damit gewöhnliche Benutzer (und nicht nur `root`) die Verbindung (de)aktivieren können, muss in den `ifcfg`-Dateien die Variable `USERCTL` auf `yes` stehen.

PPP-Konfiguration mit internet-druid oder neat (Red Hat 7.2)

Beginnend mit Version 7.2 bietet Red Hat mit dem Paket `redhat-config-network` ein integriertes Werkzeug zur Netzwerk- und Internet-Konfiguration.

Zur Konfiguration gibt es gleich zwei Möglichkeiten: Die komfortablere Variante besteht darin, das Programm `internet-druid` zu verwenden (Icon `INTERNET CONFIGURATION` im Red-Hat-Kontroll-Panel, siehe Abbildung 15.4). Dabei handelt es sich um einen ansprechenden Assistenten, der die Benutzereingaben auf ein Minimum reduziert (Verbindungsname, Telefonnummer, Login-Name, Passwort).

Alternativ dazu können Sie die neue Verbindung auch mit dem Programm `neat` definieren (Icon `NETWORK CONFIGURATION` im Red-Hat-Kontroll-Panel). Im Hauptdialog fügen Sie mit `ADD` ein neues Device hinzu und geben als Typ `MODEM` an. Es erscheint nun ein umfangreicher Dialog, in dem Sie unzählige Verbindungsparameter angeben können. Sie können mit `neat` auch einzelne Parameter einer vorherigen `internet-druid`-Konfiguration ändern.

Verwendung: Weder `internet-druid` noch `neat` bieten eine Möglichkeit, tatsächlich eine Internet-Verbindung herzustellen. (Es handelt sich um reine Konfigurations-Tools.) Zum Verbindungsaufbau müssen Sie stattdessen das Kommando `usernetctl` verwenden, wobei die erste Modem-Verbindung mit dem Namen `ppp0` angesprochen wird, die zweite mit `ppp1` etc.:

```
user$ /usr/sbin/usernetctl ppp0 up
user$ /usr/sbin/usernetctl ppp0 down
```

Wenn Sie eine komfortablere Möglichkeit zum Verbindungsaufbau suchen, installieren Sie einfach das Paket `rp3` und verwenden die im vorigen Abschnitt beschriebenen Kom-

mandos usernet oder rp3. (neat basiert wie rp3-config auf wvdial und verwendet dieselben Konfigurationsdateien.)

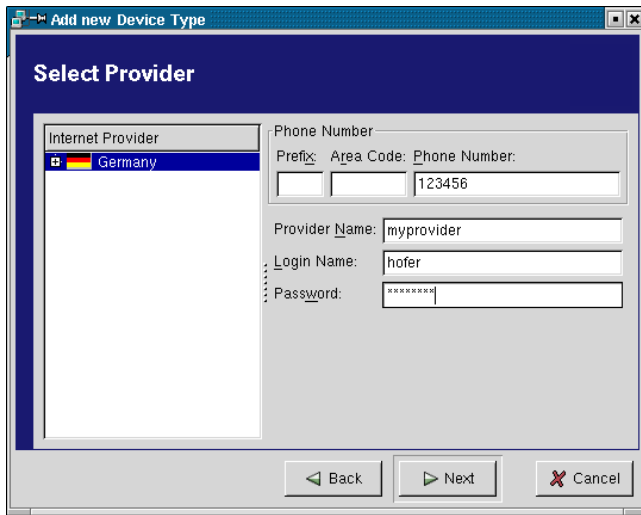


Abbildung 15.4: PPP-Konfiguration mit internet-druid

HINWEIS

Die Kompatibilität zwischen neat und rp3 reicht so weit, dass auch die Probleme diesselben sind: Wenn der Verbindungsaufbau nicht funktioniert, sollten Sie sich vergewissern, dass `/dev/modem` auf die Modem-Device-Datei zeigt (siehe auch den Hinweis im vorigen Abschnitt!).

PPP-Konfiguration mit YaST2 (SuSE)

YaST2 basiert wie das im vorigen Abschnitt beschriebene Programm rp3 auf wvdial. Die Konfiguration des Internet-Zugangs muss von root durchgeführt werden (Dialogblatt NETZWERK BASIS|MODEM).

Konfiguration: YaST2 versucht selbstständig, die Schnittstelle zum Modem zu erkennen. Gelingt das nicht, müssen Sie den Device-Namen selbst angeben. Anschließend können Sie Ihren Internet Provider aus einer Liste vorkonfigurierter Einstellungen auswählen. Wenn Sie Ihren Provider dort nicht finden, müssen Sie die Einstellungen mit NEU selbst durchführen.

YaST2 verlangt, dass Sie der Verbindung gleich zwei Namen geben (NAME FÜR EINWAHL und NAME FÜR VERBINDUNG, siehe Abbildung 15.5). Der erste Name gilt für wvdial, der zweite für kinternet (siehe unten). Die restlichen Einstellungen betreffen wie immer die Telefonnummer, den Login-Namen und das Passwort.

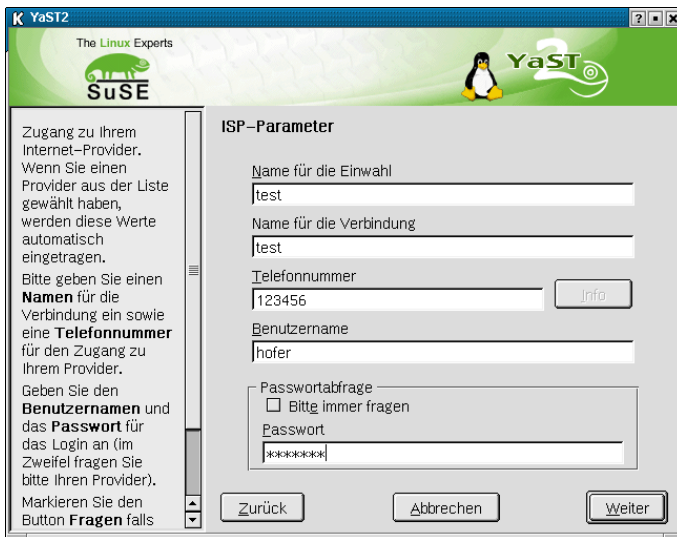


Abbildung 15.5: PPP-Konfiguration mit YaST2

Im folgenden Dialog können Sie noch einige Zusatzparameter einstellen – etwa die automatische Aktivierung von Firewall-Funktionen oder die Zeit, nach der die Verbindung unterbrochen werden soll.

Verwendung: Die von `root` durchgeführte Konfiguration gilt für alle Benutzer. Es dürfen allerdings nur die Benutzer tatsächlich eine Internet-Verbindung herstellen, die der Gruppe `dialout` angehören.

Zur Herstellung der Verbindung dient das SuSE-spezifische Programm `kinternet`. Das Programm wird zusammen mit KDE automatisch gestartet und im Panel angezeigt, sofern mit YaST2 ein Modem- oder ISDN-Zugang konfiguriert wurde. (Wenn Sie Gnome verwenden, müssen Sie das Programm selbst starten.) Über die rechte Maustaste können Sie den gewünschten Internet-Zugang auswählen (falls mehrere Zugänge konfiguriert wurden). Die Verbindung wird durch einen einfachen Mausklick auf das `kinternet`-Icon hergestellt und kann ebenso komfortabel wieder getrennt werden.

Der Verbindungsstatus wird durch das Icon symbolisiert. Dieses kann drei Formen annehmen: keine Verbindung, Verbindung wird gerade erstellt oder Verbindung OK. Diese Zustände können optional auch durch Farben dargestellt werden. Grün bedeutet keine Verbindung, Rot steht für die beiden anderen Zustände. (Die Farben beziehen sich auf eventuell anfallende Kosten. Grün: keine Verbindung, keine Kosten. Rot: Verbindung; Vorsicht, es fallen Telefonkosten an!)

Wenn Sie die Verbindung mit Textkommandos herstellen möchten, können Sie statt `kinternet` das Kommando `wvdial` verwenden. Falls Sie mehrere Zugänge konfiguriert haben, müssen Sie den Einwahlnamen angeben. `wvdial` hat gegenüber `kinternet` den

Vorteil, dass ausführliche Informationen über den Verbindungsaufbau angezeigt werden. Das hilft eventuell bei der Fehlersuche.

Interna: Die Konfigurationsparameter werden in der Datei `/etc/wvdial.conf` gespeichert.

Manuelle PPP-Konfiguration mit chat

Die PPP-Konfigurations-Tools sind mittlerweile so ausgereift und die Login-Verfahren bei den diversen Internet Providern sind so weit standardisiert bzw. dokumentiert, dass für eine manuelle PPP-Konfiguration eigentlich keine Notwendigkeit bestehen sollte. Wenn Sie sich aber dennoch dafür interessieren, was hinter den Kulissen passiert, finden Sie hier einige Informationen.

Die Voraussetzung für den PPP-Verbindungsaufbau via Modem ist das Programm `chat`: Es übernimmt die Kommunikation mit dem Modem (also insbesondere das Wählen). Wenn Sie eines der oben beschriebenen Konfigurationstools einsetzen, um die PPP-Verbindung herzustellen, werden die `chat`-Details vor Ihnen verborgen. Wenn Sie PPP dagegen manuell konfigurieren möchten (oder müssen!), führt an `chat` kein Weg vorbei.

Das folgende Kommando zeigt, wie `chat` als `connect`-Parameter von `pppd` eingesetzt wird. Die `chat`-Parameter bestehen aus Zeichenketten, die an das Modem gesandt werden bzw. auf die gewartet wird (jeweils abwechselnd):

```
root# pppd lock connect \
'chat -v "" ATZ OK ATDT123456 login: hofer password: qwe44trE' \
/dev/ttyS1 115200 modem crtscts defaultroute debug
```

HINWEIS

`pppd` kann nur von `root` ausgeführt werden. Probleme gibt es genau genommen nicht beim Start von `pppd`, sondern erst dann, wenn dieses Programm mit Programmen wie `ifconfig` und `route` versucht, die neue Internet-Verbindung in das TCP/IP-System einzubinden. Die von `root` errichtete PPP-Verbindung kann in der Folge aber von allen eingeloggten Anwendern verwendet werden.

Anstatt wie hier sämtliche Optionen von `pppd` sowie die Zeichenketten für `chat` in ein einziges, unübersichtliches Kommando zu verschachteln, ist es besser, die `pppd`-spezifischen Parameter in `/etc/ppp/options` unterzubringen und die `chat`-Zeichenketten in einer eigenen Datei (z. B. `/etc/ppp/ppp.chat`). Die beiden Dateien könnten beispielsweise folgendermaßen aussehen:

```
# /etc/ppp/options
lock
modem
crtscts
defaultroute
debug
connect 'chat -f /etc/ppp/ppp.chat'
```

```
# /etc/ppp/ppp.chat
TIMEOUT 20
ABORT "NO CARRIER"
ABORT BUSY
ABORT "NO DIALTONE"
ABORT ERROR
"" +++ATZ
OK ATDT123456
CONNECT ""
login: hofer
password: qwe44trE
```

pppd kann auf Basis dieser Dateien jetzt einfach so aufgerufen werden:

```
root# pppd /dev/ttyS1 115200
```

Falls die PPP-Authentifizierung mit PAP oder CHAP erfolgt (und nicht wie im obigen Beispiel direkt durch chat, muss in `/etc/ppp/options` der Login-Name (Option `name "hofer"`) angegeben werden. Außerdem müssen `/etc/ppp/pap-secrets` bzw. `chap-secrets` den Login-Namen und das Passwort enthalten (siehe Seite 626).

Funktionsweise von chat

Der Aufruf von `pppd/chat` und die Funktion der Konfigurationsdateien sollte klar sein. Das Problem besteht nun darin, `/etc/ppp/ppp.chat` korrekt einzustellen.

Im Wesentlichen werden an chat mehrere Paare von Zeichenketten übergeben. chat wartet, bis es die jeweils erste Zeichenkette dieses Paares vom Modem empfängt. ("" bedeutet, dass chat nicht warten soll.) Anschließend sendet das Programm die jeweils zweite Zeichenkette an das Modem (z. B. ATZ für ein Reset des Modems). Nun wartet es auf die dazu passende Antwort (OK), sendet die nächste Zeichenkette (Telefonnummer wählen mit ATDT), wartet wieder auf die Antwort etc.

chat erwartet Eingaben aus der Standardeingabe und schreibt Zeichenketten in die Standardausgabe. Damit chat mit dem Modem kommuniziert, lenkt pppd sowohl die Einga- als auch die Ausgabe auf das Modem-Device um.

Die oben abgedruckte `ppp.chat`-Beispieldatei enthält neben den Zeichenkettenpaaren (beginnend mit "") auch einige globale Einstellungen: die `TIMEOUT`-Zeit, nach der die Kommunikation spätestens abgebrochen werden soll, sowie diverse `ABORT`-Zeichenketten, nach deren Empfang die Kommunikation ebenfalls abgebrochen werden soll. Das hat den Vorteil, dass das Nichtzustandekommen einer Verbindung aufgrund diverser Ursachen (Leitung besetzt etc.) sofort erkannt wird.

Erstellen der chat-Konfigurationsdatei

Das eigentliche Problem bei der Erstellung der chat-Konfigurationsdatei besteht darin, dass Sie wissen (oder erraten) müssen, welche Art der PPP-Initialisierung Ihr Provider erwartet.

Wahlvorgang: Unabhängig vom Provider dienen die folgenden Zeilen zum Wählen. (ATZ oder ATDT sind Modem-Kommandos. Diese sind im Handbuch Ihres Modems dokumentiert. Die Standardkommandos sind zum Glück bei allen gängigen Modems gleich. Selten benötigte Spezialkommandos, etwa zur Einstellung der Übertragungsgeschwindigkeit, müssen Sie aber dem Handbuch entnehmen.)

```
" " ++ATZ
OK ATDT123456
CONNECT " "
```

Modemlautsprecher: Bei vielen Modems wird der Lautsprecher erst nach der Herstellung der Verbindung ausgeschaltet. Die Geräuschkulisse ist bei den ersten Experimenten zwar ganz praktisch (beispielsweise hört man das Besetztzeichen), auf die Dauer wird sie aber lästig. Bei den meisten Modems kann der Lautsprecher abgeschaltet werden. Das erforderliche Kommando müssen Sie in Ihrem Modem-Handbuch suchen. Bei US-Robotics-Modems lautet es beispielsweise ATM0. Das Kommando wird durch OK quittiert. Sie müssen also in `/etc/ppp/ppp.chat` noch eine Zeile einfügen (am besten unmittelbar nach der ATZ-Zeile):

```
ATM0 OK
```

Authentifizierung: Im günstigsten Fall sind Sie jetzt schon fertig: Der Provider startet nach dem Verbindungsaufbau automatisch PPP und fordert eine PAP- oder CHAP-Authentifizierung an. Manche Provider (immer weniger) erwarteten allerdings, dass die Authentifizierung bereits während des Verbindungsaufbaus erfolgt (also bevor PPP gestartet wird). Dazu müssen Sie in die `chat`-Konfigurationsdatei zwei Zeilen nach dem folgenden Muster einbauen:

```
login: hofer
password: qwe44trE
```

Beachten Sie bitte, dass diese Zeilen Beispielcharakter haben. Die Details sind vom Protokoll Ihres Internet Providers abhängig. So fordern manche Provider nicht durch 'login', sondern durch 'User-Name:' zum Login auf.

PPP starten: Bei den meisten Providern wird PPP nach dem Verbindungsaufbau bzw. nach dem Login automatisch gestartet. Manche Provider müssen dazu allerdings erst aufgefordert werden. Beispielsweise meldet sich der Provider nach dem Login mit 'Welcome' und erwartet dann das Kommando 'ppp'. In diesem Fall erweitern Sie die `chat`-Konfigurationsdatei einfach um diese beiden Schlüsselwörter:

```
welcome ppp
```

PPP-Verbindung testen

Zum Testen der Verbindung können Sie die auf Seite 607 beschriebenen Kommandos einsetzen (`ifconfig`, `ping`, `route`). Wenn das Ergebnis von `ifconfig` in etwa so aussieht, haben Sie gewonnen!

```

root# ifconfig
lo      Link encap:Local Loopback
        inet addr:127.0.0.1  Bcast:127.255.255.255  Mask:255.0.0.0
        UP BROADCAST LOOPBACK RUNNING  MTU:3584  Metric:1
        RX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0

ppp0    Link encap:Point-to-Point Protocol
        inet addr:199.85.96.166  P-t-P:199.85.37.3  Mask:255.255.255.0
        UP POINTOPOINT RUNNING  MTU:1006  Metric:1
        RX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0

```

PPP-Verbindung beenden

Um die PPP-Verbindung zu beenden, müssen Sie `pppd` beenden. Da dieses Programm im Hintergrund läuft (es ist ja ein so genannter Dämon), müssen Sie dazu `killall` einsetzen:

```
root# killall pppd
```

Wenn Sie möchten, dass die Verbindung automatisch beendet wird, sobald eine Weile keine Daten übertragen wurden, sollten Sie in der `pppd`-Optionsdatei die gewünschte Zeit in Sekunden mit der `idle`-Option angeben.

Verbindungsaufbau mit Terminalemulator testen

Wenn Sie Probleme mit der richtigen Einstellung der `chat`-Datei haben, können Sie sich mit einem Terminalemulator (`minicom` oder `seyon`) direkt bei Ihrem Internet Provider einwählen. Sie sehen dann im Klartext, was passiert, d. h. ob (und wie) der Provider nach dem Login-Namen und dem Passwort fragt. Das könnte in etwa so aussehen (Eingaben sind fett hervorgehoben):

```

ATDT123456
CONNECT 57600/REL
Internet Provider login:  hofer
Password:  qwe44trE
PPP session beginning.... ~/#.!$!!$!$!$

```

Sobald im Terminalemulator merkwürdige Zeichen angezeigt werden, wissen Sie, dass der Provider PPP gestartet hat. Sie können diese PPP-Verbindung sofort nutzen: Dazu müssen Sie den Terminalemulator verlassen und anschließend `pppd` starten. Dabei ist es entscheidend, dass Sie die gerade eingerichtete Telefonverbindung *nicht* unterbrechen. Falls Sie mit `minicom` arbeiten, verlassen Sie dieses Programm mit `(Strg)+(A)`, `(Q)`. Bei `seyon` verwenden Sie den Button CANCEL und antworten auf die nun erscheinende Rückfrage, dass das Programm nicht aufliegen soll.

Beim Aufruf von `pppd` müssen Sie Ihr Modem-Device und die Schlüsselwörter `crtstcts` und `defaultroute` angeben. `pppd` übernimmt damit die Kontrolle über die serielle Schnittstelle und richtet dort eine PPP-Verbindung ein. `defaultroute` bewirkt, dass `pppd` mit dem Partnerprogramm des Internet Providers die IP-Adressen austauscht.

```
root# /usr/lib/ppp/pppd /dev/ttyS1 crtstcts defaultroute &
```

PPP-Fehlersuche

Wenn `chat` erfolgreich eine Verbindung aufbaut, aber PPP dennoch nicht funktioniert, sollten Sie einen Blick in die `pppd`-Fehlermeldungen werfen, die via `syslog` protokolliert werden. Die Protokolldatei hat je nach der Einstellung in `/etc/syslog.conf` einen Namen wie `/var/log/messages`. Die Protokollierung wird sehr viel ausführlicher, wenn Sie die `pppd`-Option `debug` verwenden.

Aus den Meldungen sollte insbesondere hervorgehen, welche Authentifizierung der Provider erwartet und ob es dabei zu Problemen kommt. Falls Sie eine Fehlermeldung der Art 'all had bit 7 set to 0' erhalten, deutet das darauf hin, dass der Provider PPP gar nicht gestartet hat. Wahrscheinlich müssen Sie in `chat` den Login durchführen und/oder ein Kommando angeben, das den Provider auffordert, PPP zu starten.

Die folgenden Zeilen zeigen, wie ein Protokoll von `pppd` im Debug-Modus aussehen kann. Der Provider schlägt eine Authentifizierung mit CHAP vor. `pppd` ist dazu aber nicht in der Lage (weil auf dem Rechner keine Datei `/etc/ppp/chap-secrets` vorgesehen ist) und schlägt stattdessen vor, PAP zur Authentifizierung zu verwenden. Damit ist der Provider zum Glück auch zufrieden, sodass die Authentifizierung glückt. Die restlichen Zeilen dienen dazu, die IP-Nummern zu vereinbaren, unter denen Ihr Rechner (hier 213.33.17.1) und der Server des Providers (172.18.90.132) miteinander kommunizieren.

```
pppd 2.3.10 started by root, uid 0
Using interface ppp0
Connect: ppp0 <--> /dev/ttyS1
sent [LCP ConfReq id=0x1 <asynmap 0x0> <magic 0xcf711cb6> <pcomp> <accomp>]
rcvd [LCP ConfReq id=0x75 <auth chap MD5> <magic 0x81dc2b41>]
sent [LCP ConfNak id=0x75 <auth pap>]
rcvd [LCP ConfAck id=0x1 <asynmap 0x0> <magic 0xcf711cb6> <pcomp> <accomp>]
rcvd [LCP ConfReq id=0x76 <auth pap> <magic 0x81dc2b41>]
sent [LCP ConfAck id=0x76 <auth pap> <magic 0x81dc2b41>]
sent [PAP AuthReq id=0x1 user="hofer" password="*****"]
rcvd [PAP AuthAck id=0x1 ""]
sent [IPCP ConfReq id=0x1 <addr 0.0.0.0> <compress VJ 0f 01>]
kernel: PPP BSD Compression module registered
kernel: PPP Deflate Compression module registered
sent [CCP ConfReq id=0x1 <deflate 15> <deflate(old#) 15> <bsd v1 15>]
rcvd [IPCP ConfReq id=0x6c <compress VJ 0f 00> <addr 172.18.90.132>]
sent [IPCP ConfAck id=0x6c <compress VJ 0f 00> <addr 172.18.90.132>]
rcvd [IPCP ConfNak id=0x1 <addr 213.33.17.1>]
sent [IPCP ConfReq id=0x2 <addr 213.33.17.1> <compress VJ 0f 01>]
rcvd [IPCP ConfReq id=0x6d <compress VJ 0f 00> <addr 172.18.90.132>]
sent [IPCP ConfAck id=0x6d <compress VJ 0f 00> <addr 172.18.90.132>]
```

```
rcvd [LCP ProtRej id=0x77 80 fd 01 01 00 0f 1a 04 78 00 18 04 78 00 15 03 2f]
rcvd [IPCP ConfAck id=0x2 <addr 213.33.17.1> <compress VJ 0f 01>]
local IP address 213.33.17.1
remote IP address 172.18.90.132
Script /etc/ppp/ip-up started (pid 1416)
Script /etc/ppp/ip-up finished (pid 1416), status = 0x0
```

15.3 ISDN

Grundlagen

Passiv/aktiv: Es gibt zwei Typen von ISDN-Karten, aktive und passive. Vereinfacht ausgedrückt haben aktive Karten mehr eigene Intelligenz und entlasten damit die CPU ein wenig. (Im Zeitalter von Gigahertz-Prozessoren ist das jedoch irrelevant.) Sie sind jedoch teurer und werden eher selten eingesetzt. Zudem werden sie unter Linux nur sehr vereinzelt unterstützt. Bei passiven Karten muss sich die Software um Protokollfragen etc. kümmern. Sehr viele passive Karten verwenden den gleichen Chip-Satz von Siemens, der unter Linux gut unterstützt wird. Generell ist die Erfolgswahrscheinlichkeit mit einer passiven Karte also größer – aber Sie sollten sich auf jeden Fall vor dem Kauf erkundigen, ob Ihre Karte unterstützt wird! (Sie finden diese Informationen in den ISDN-FAQs.)

Terminaladapter: Es gibt ISDN-Karten (bzw. externe Adapter), die über eine serielle Schnittstelle (seltener über eine Ethernet-Schnittstelle) an den Computer angeschlossen werden. Aus der Sicht von Linux sind derartige Karten bzw. Adapter *keine* ISDN-Geräte, sondern Modems (siehe den vorherigen Abschnitt) bzw. Netzwerkkarten (siehe das vorige Kapitel).

SyncPPP/RawIP: Es gibt mehrere Möglichkeiten, wie die Daten zur Übertragung verpackt werden (*encapsulation*). Die zwei bekanntesten Formen sind RawIP und SyncPPP. RawIP wäre aus technischer Sicht die elegantere Lösung, die meisten Provider bieten aber nur SyncPPP an. (Linux unterstützt beide Formen.)

1TR6/DSS1 (Euro-ISDN): Auch hier geht es um Protokolle, allerdings auf einer anderen Ebene. 1TR6 ist ein alter, nationaler Standard, der während der ISDN-Anfangszeiten in Deutschland zum Einsatz kam. 1TR6 ist heute kaum mehr gebräuchlich. DSS1 alias Euro-ISDN hat 1TR6 abgelöst und gilt in sehr vielen (auch nichteuropäischen) Ländern als Standard.

TIPP

Wenn Sie sich unsicher sind, welche dieser Varianten bei Ihnen zutrifft: Die Wahrscheinlichkeit ist sehr groß, dass Sie eine passive Karte besitzen und Ihr Provider SyncPPP und Euro-ISDN unterstützt.

MSN: Diese Abkürzung steht für *Multiple Subscribe Number* und gilt nur bei DSS1. (Bei 1TR6 wird stattdessen die Endgeräte-Auswahlziffer EAZ verwendet.) Bei der MSN handelt es sich um die Telefonnummer Ihres ISDN-Anschlusses (ohne Vorwahl). Eine Besonderheit bei der ISDN-Konfiguration besteht darin, dass nicht nur die Telefonnummer

des Providers, sondern auch die eigene Telefonnummer (eben die MSN) angegeben werden muss. Die MSN wird beim Verbindungsaufbau an die Gegenstelle übermittelt. Ist die MSN falsch bzw. fehlt sie, ist ein Verbindungsaufbau nicht möglich. (Allerdings gibt es keine Regel ohne Ausnahme: In manchen Ländern kann als MSN auch einfach 0 angegeben werden.)

Dial-on-Demand (DoD): ISDN bietet exzellente Voraussetzungen für Dial-on-Demand. Zum einen funktioniert der Verbindungsaufbau sehr schnell (meist in weniger als einer Sekunde – allein deshalb lohnt es sich, Ihr altes Modem endlich jemand anderem zu schenken!). Zum anderen unterstützt der ISDN-Dämon `ippdp` DoD sehr gut.

Daher bieten die meisten Konfigurationsprogramme eine entsprechende Option an (Auto-Dialing, Wählmodus `auto` oder so ähnlich). Wenn Sie sich für diese Variante entscheiden, wird der ISDN-Dämon bereits beim Systemstart aktiviert. Sobald irgendein Programm eine Internet-Verbindung benötigt (z. B. wenn Sie in Netscape eine Web-Adresse eingeben), stellt der Dämon automatisch die Verbindung her. Ebenso automatisch beendet der Dämon die Verbindung nach einer Weile wieder.

Das Problem besteht darin, dass es sich nur sehr schwer vermeiden lässt, dass derartige Verbindungen unbeabsichtigt hergestellt werden – etwa weil ein Domain-Server kontaktiert wird etc. Auch wenn diese Verbindungen sehr kurz sind, kann das sehr teuer werden, weil die meisten Telefongesellschaften jeden Verbindungsaufbau getrennt verrechnen (und es daher billiger ist, eine Verbindung für längere Zeit zu nutzen als drei kurze Verbindungen herzustellen). Kurz und gut: Dial-on-Demand ist sehr komfortabel, aber auch gefährlich.

VERWEIS

Sehr viele weiterführende Informationen finden Sie in den ISDN-FAQs und im ISDN-HOWTO (nur auf Deutsch verfügbar). Dort werden auch Themen wie Fax mit ISDN, diverse Dial-on-Demand-Probleme, Kanalbündelung etc. beschrieben. Die Dokumente sind üblicherweise Teil der ISDN-Pakete für Linux (z. B. `isdn4k-utils` bei Red Hat, `i4l` bei SuSE). Sie finden die Texte natürlich auch im Internet:

<http://www.isdn4linux.de/faq/>
<http://www.tu-harburg.de/~semb2204/dlhp/HOWTO/DE-ISDN-HOWTO.html>

Eine weitere wichtige Informationsquelle – vor allem was die Unterstützung bestimmter Karten betrifft – ist die Kernel-Dokumentation:

`/usr/src/linux/Documentation/isdn/*`

TIPP

Wenn Sie mit ISDN arbeiten, sollten Sie immer das Programm `xisdnload` (oder einen anderen ISDN-Monitor) im Hintergrund laufen lassen. `xisdnload` zeigt in einem kleinen Fenster an, ob gerade eine Verbindung besteht (rot) oder nicht (grün). Außerdem wird der aktuelle Datendurchsatz dargestellt. Eine Variante zu `xisdnload` ist das KDE-Programm `kisdnload`.

Konfigurationshilfen

Die meisten aktuellen Distributionen liefern eigene Konfigurations-Tools mit. Wenn das nicht der Fall ist, müssen Sie (nach der Installation der ISDN-Pakete) `isdn setup` ausführen. `isdn` ist ein leider sehr minimalistisches Konfigurationsprogramm im Textmodus, mit dem es aber gelingen sollte, zumindest ansatzweise korrekte Konfigurationsdateien zu erstellen.

HINWEIS

Eine weitere Konfigurationshilfe ist das kommerzielle (aber sehr preisgünstige) Programm `kisdn`. Allerdings stand bis zuletzt nur die ziemlich veraltete Version 1.0 zur Verfügung, während von der lange angekündigten Version 2 nichts zu sehen war. Aktuelle Informationen sowie eine kostenlose Testversion finden Sie unter:

<http://www.millenniumx.de/>

ISDN-Konfiguration mit draknet (Mandrake)

Konfiguration: Die ISDN-Konfiguration macht bei Mandrake 8.0 leider einen unausgereiften Eindruck und war auch bei Mandrake 8.1 Beta 3 noch unbefriedigend. Für die Konfiguration ist das Programm `draknet` zuständig, das auch über das Mandrake-Kontrollzentrum gestartet werden kann. Die Ungereimtheiten beginnen mit der Hardware-Erkennung: `draknet` gelang es nicht, meine ISDN-Karte (AVM Fritz/PCI) zu erkennen. Die manuelle Auswahl des entsprechenden Treibers war aber problemlos.

Die weitere Konfiguration deckt nur das absolute Minimum dessen ab, was bei einer ISDN-Konfiguration möglich ist. Sie müssen die folgenden Informationen angeben: die eigene Telefonnummer, die des Providers, den Login-Namen und das Passwort. Außerdem können Sie zwischen manuellem und automatischem ISDN wählen. Automatisch bedeutet, dass der Verbindungsaufbau selbstständig erfolgt, sobald ein Internet-Dienst verwendet wird.

Ab Mandrake 8.1 bietet `draknet` zwei ISDN-Varianten zur Auswahl: `isdn-light` und `isdn4net`. Beide Varianten basieren auf `isdn4linux`. `draknet` empfiehlt die erste Variante, die laut Dokumentation für die meisten Anforderungen tatsächlich ausreichen sollte. Allerdings sind alle Versuche gescheitert, mit Mandrake 8.1 Beta 3 eine ISDN-Light-Verbindung herzustellen. Alle weiteren Informationen beziehen sich also auf die herkömmliche Variante. Dabei wird ISDN per Default im Auto-Wählmodus konfiguriert, woraus sich hohe Telefonkosten ergeben können. Ändern Sie den Wählmodus, indem Sie das Mandrake-Kontrollzentrum starten, im Internet-Konfigurationsdialog den EXPERT MODE aktivieren und dann den Button CONFIGURE INTERNET ACCESS anklicken.

Verwendung: Versuche, ISDN über das Mandrake-Kontrollzentrum zu starten oder wieder zu beenden, scheiterten bei beiden getesteten Mandrake-Versionen. Vor einem manuellen Start müssen Sie sicherstellen, dass das ISDN-System läuft. Dazu führen Sie das folgende Kommando aus:


```
root# /etc/init.d/isdn start
```

Sobald der IPPP-Dämon einmal läuft, können Sie zum manuellen Verbindungsaufbau die beiden folgenden Kommandos verwenden:

```
user$ /usr/sbin/usernetctl ippp0 up
user$ /usr/sbin/usernetctl ippp0 down
```

ISDN-Konfiguration mit isdn-config (Red Hat)

Je nach Version stehen bei Red Hat unterschiedliche Programme zur ISDN-Konfiguration zur Auswahl:

```
isdn-config: bis Red Hat 7.1
internet-druid: ab Red Hat 7.2
neat: ab Red Hat 7.2
```

Konfiguration mit isdn-config: isdn-config kann über das Red-Hat-Kontroll-Panel gestartet werden. Die Bedienung des Programms ist intuitiv und einfach: Im ersten Schritt wählen Sie im **HARDWARE**-Dialog Ihre ISDN-Karte aus. Außerdem muss hier das gewünschte Protokoll (zumeist DSS1) angegeben werden.

Anschließend wechseln Sie in den **PROVIDER**-Dialog. Dort können Sie einen Provider aus einer vordefinierten Liste auswählen. Falls Ihr Provider dort nicht erscheint, müssen Sie einen neuen Provider-Eintrag erzeugen, was nur mit wenig Arbeit verbunden ist. Es gibt folgenden Felder:

- **PROVIDER NAME:** Zeichenkette zur Identifizierung des Providers
- **PHONE NUMBER:** die Telefonnummer des Internet Providers
- **HUP TIMEOUT:** die Zeit in Sekunden, nach der die Verbindung automatisch getrennt wird, wenn sie nicht benutzt wird
- **MSN/EAZ:** die für die ISDN-Karte gültige Telefonnummer (also Ihre eigene Telefonnummer, ohne Vorwahl)
- **ENCAPSULATION:** das gewünschte Protokoll, meist SyncPPP
- **DIAL MODE:** `auto`, wenn der Verbindungsaufbau automatisch erfolgen soll, sobald ein Internet-Dienst verwendet werden soll; sonst `manual`
- **AUTHENTICATION:** zumeist `PAP`
- **LOGIN NAME:** Ihr Benutzername beim Provider (im Beispiel dieses Kapitels `hofer`)
- **PASSWORD:** Ihr Passwort (`qwe44trE`)
- **START THIS CONNECTION AT BOOT TIME:** gibt an, ob die Verbindung prinzipiell verwendet werden kann; tatsächlich wird die Verbindung aber erst bei Bedarf (Auto-Modus) oder manuell hergestellt

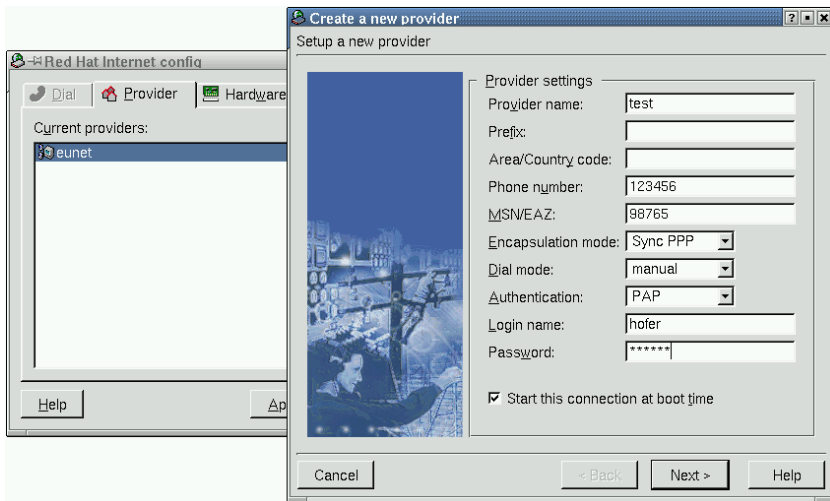


Abbildung 15.6: ISDN-Konfiguration mit isdn-config

In den weiteren Dialogblättern zur Konfiguration können Sie (falls erforderlich) unzählige weitere Parameter einstellen. Im Regelfall sollten Sie nur die Zeitspanne für das automatische Auflegen bei Inaktivität verkürzen. (Der Defaultwert beträgt immerhin zehn Minuten.)

Nachdem die Konfiguration abgeschlossen ist, kann root `isdn-config` auch dazu verwenden, um die Verbindung zu testen. Dazu starten Sie den IPPP-Dämon mit `START`. Je nach der Einstellung bei `DIALMODE` wird die ISDN-Verbindung dann automatisch hergestellt, sobald Sie Daten aus dem Internet anfordern (z. B. indem Sie in Netscape eine Adresse angeben) oder indem Sie den Button `CONNECT` anklicken. `HANGUP` beendet die Verbindung wieder.

Konfiguration mit internet-druid (ab Red Hat 7.2): Besonders einfach klappt die ISDN-Konfiguration mit `internet-druid` (Icon `INTERNET CONFIGURATION` im Red-Hat-Kontroll-Panel). Hier brauchen Sie lediglich den Verbindungsnamen, die Telefonnummer, den Login-Namen und ein Passwort angeben. Die Hardware-Erkennung funktioniert im Regelfall automatisch. Für alle weiteren Parameter verwendet das Programm Defaultwerte: manueller Verbindungsaufbau, Timeout-Zeit zehn Minuten, Protokoll `SyncPPP`.

Wenn Sie diese Parameter verändern oder weitere Parameter einstellen möchten, können Sie dazu `neat` verwenden (siehe unten). Je nach Provider kann es sein, dass Sie Ihre eigene Telefonnummer im Eingabefeld `MSN/EAZ` angeben müssen (Dialogblatt `ADVANCED`), bevor ein Verbindungsaufbau möglich ist.

Konfiguration mit neat (ab Red Hat 7.2): Falls Ihre ISDN-Hardware nicht bereits erkannt wurde, können Sie diese im Dialogblatt `HARDWARE` konfigurieren. Anschließend fügen sie im Dialogblatt `DEVICES` eine neue ISDN-Verbindung ein. Es erscheint nun ein umfangreicher Dialog, in dem Sie unzählige Verbindungsparameter angeben können. Erforder-

lich sind nur die Providerangaben sowie die Einstellungen im Dialogblatt **ADVANCED**. Eine kurze Beschreibung der meisten Begriffe finden Sie oben.

Verwendung: Die Grundvoraussetzung für die Nutzung von ISDN besteht darin, dass das ISDN-System läuft. Spätestens nach einem Rechnerneustart sollte das immer der Fall sein. Manuell können Sie das ISDN-System mit den folgenden Kommandos starten bzw. stoppen:

```
root# /etc/init.d/isdn start
root# /etc/init.d/isdn stop
```

Sobald der PPP-Dämon einmal läuft, können Sie zum manuellen Verbindungsaufbau die beiden folgenden Kommandos verwenden:

```
user$ /usr/sbin/usernetctl ippp0 up
user$ /usr/sbin/usernetctl ippp0 down
```

Falls Ihnen diese Textkommandos zu wenig Komfort bieten, sollten Sie das Paket **rp3** installieren. Anschließend können Sie ISDN-Verbindungen auch mit den Kommandos **rp3** und **usernet** initiieren und wieder beenden (siehe auch Seite 641).

HINWEIS

Beachten Sie, dass gewöhnliche Benutzer nur dann manuelle ISDN-Verbindungen erstellen und beenden dürfen, wenn die Konfigurationsdatei `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-ippn` die Zeile `USERCTL=yes` enthält.

ISDN-Konfiguration mit YaST2 (SuSE)

Konfiguration: Nachdem Sie das YaST2-Modul **NETZWERK BASIS/ISDN** gestartet haben, versucht das Programm automatisch, Ihre ISDN-Karte zu erkennen. Gelingt das nicht, müssen Sie die Hardware aus einer Liste selbst auswählen. Anschließend können Sie Ihren Internet Provider aus einer vordefinierten Liste auswählen. Wenn Sie Ihren Provider hier nicht finden, müssen Sie den Provider-Eintrag neu definieren, was aber auch kein Problem ist.

Sie müssen dazu das gewünschte Protokoll auswählen (meist **EURO-ISDN**), die Telefonnummer des Providers, Ihren PPP-Login-Namen und das Passwort angeben (siehe Abbildung 15.7). Im nächsten Dialog können Sie den Wählmodus (**AUTO** oder **MANUAL**) und die Timeout-Zeit (Default: 60 Sekunden) angeben. Für erste Experimente ist **MANUAL** sicherer. **AUTO** bewirkt, dass die Internet-Verbindung automatisch hergestellt wird, sobald ein Benutzer einen Internet-Dienst in Anspruch nehmen möchte.

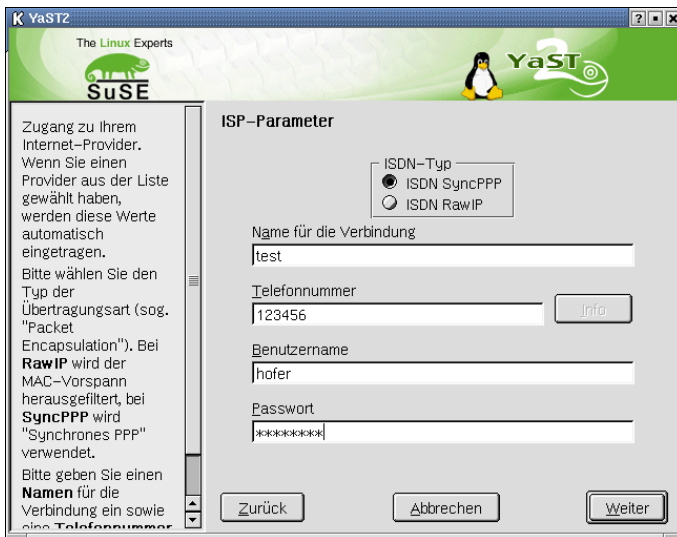


Abbildung 15.7: ISDN-Konfiguration mit YaST2

Eine Besonderheit des Linux-ISDN-Systems besteht darin, dass auch passive ISDN-Verbindungen zwei IP-Adressen beanspruchen (eine lokale Adresse und eine Adresse für den Rechner des Internet Providers). Dabei handelt es sich gleichsam um Platzhalter für die richtigen Adressen, die eingesetzt werden, sobald tatsächlich eine Verbindung hergestellt wird.

SuSE 7.2 verwendet als Platzhalter für diese Adressen beim ersten ISDN-Zugang unglücklicherweise 192.168.0.1 (beim zweiten ISDN-Zugang 192.168.1.1, beim dritten 192.168.2.1 etc.). Falls Ihr Rechner in ein lokales Netzwerk eingebunden ist, ist die Adresse 192.168.0.1 oft schon vergeben. Dann führt die ISDN-Konfiguration zu schwer auffindbaren IP-Adresskonflikten!

Abhilfe: Klicken Sie im Dialog PARAMETER FÜR DIE ISDN-VERBINDUNG auf den Button IP-EINSTELLUNG und geben Sie dann zwei IP-Adressen an, die mit Ihrem lokalen Netz nicht in Konflikt stehen.

Verwendung: Wenn Sie sich für den Wählmodus MANUAL entschieden haben, können Sie die ISDN-Verbindung mit `kinternet` initiieren und wieder beenden (siehe Seite 644). Es dürfen allerdings nur die Benutzer tatsächlich eine Internet-Verbindung herstellen, die der Gruppe `dialout` angehören.

`root` kann die ISDN-Verbindung auch mit `isdnctrl` herstellen bzw. beenden:

```
root# isdnctrl dial ipp0
root# isdnctrl hangup ipp0
```

ISDN-Intern

Kernel-Module

Die ISDN-Funktionen werden vom Kernel zur Verfügung gestellt (üblicherweise durch das Modul `/lib/modules/n/kernel/driver/isdn.o` sowie durch ein weiteres hardware-spezifisches Modul). Im Gegensatz zu den meisten anderen Kernel-Modulen erfolgt die Initialisierung dieses Moduls allerdings nicht automatisch auf der Basis von Einstellungen in `/etc/modules.conf`. Stattdessen gibt es eine eigene Konfigurationsdatei, die beim Starten des Systems während des Init-V-Prozesses ausgewertet wird. Natürlich ist das bei jeder Distribution unterschiedlich gelöst:

Mandrake:

Init-V-Datei: `/etc/init.d/isdn4linux`

Konfigurationsdateien (Hardware):

`/etc/sysconfig/isdn`

`/etc/isdn/profile/card/mycard`

Red Hat:

Init-V-Datei: `/etc/init.d/isdn`

Konfigurationsdatei (Hardware): `/etc/sysconfig/isdnocard`

SuSE:

Init-V-Datei (Hardware): `/etc/init.d/i4l_hardware`

Konfigurationsdatei (Hardware):

`/etc/rc.config.d/i4l_hardware.rc.config`

TIPP

Viele Hintergrundinformationen zum Umgang mit den ISDN-Modulen finden Sie in den README-Dateien in `/usr/src/linux/Documentation/isdn/`.

ippdp-Konfiguration

Für den eigentlichen Verbindungsaufbau ist der ISDN-Dämon `ippdp` zuständig. Die Grundidee bei `ippdp` besteht darin, dass dieses Programm bereits während des Init-V-Prozesses gestartet wird (unabhängig davon, ob zu diesem Zeitpunkt bereits eine Verbindung benötigt wird oder nicht). Wenn ISDN im Auto-Modus betrieben wird, überwacht das Programm, ob eventuell Internet-Anfragen durchgeführt werden sollen, und stellt gegebenenfalls die ISDN-Verbindung her. Wenn ISDN dagegen im manuellen Modus betrieben wird, muss die Verbindung mit `isdnctrl` hergestellt und wieder beendet werden. (`isdnctrl` dient primär dazu, auf einfache Weise mit `ippdp` zu kommunizieren. Das Programm kann auch dazu eingesetzt werden, diverse Parameter von `ippdp` nachträglich zu verändern – beispielsweise den Wählmodus. Die zahlreichen `isdnctrl`-Kommandos sind in den Manualseiten ausführlich dokumentiert.)

Konfiguration: Auch wenn sich `ippdp` intern sehr stark von `pppd` unterscheidet, kann seine Konfiguration ganz ähnlich wie bei `pppd` erfolgen. Es werden dieselben Authentifizierungsdateien in `/etc/ppp/*` ausgewertet, und in `/etc/ppp/options` können viele Optionen auf die gleiche Weise wie für `pppd` angegeben werden.

```
# Beispiel für /etc/ioptions
# dynamische IP-Adressen
ipcp-accept-local
ipcp-accept-remote
noipdefault
# keine Kompression der Daten
-bdscmp
# keine ID-Kompression
-vjccomp
# DNS-Adressen vom Internet Provider verwenden
ms-get-dns
```

HINWEIS

Bei Red Hat gibt es keine `ioptions`-Datei. Stattdessen wird die Optionenliste in `/etc/init.d/isdn` erstellt. Ein Teil dieser Optionen wird beim Start von `ippdpd` übergeben, der Rest mit `isdnctrl` eingestellt.

SuSE verwendet statt `ioptions` die Dateien `options.ippnp`, sodass mehrere ISDN-Schnittstellen unabhängig voneinander konfiguriert werden können. Außerdem werden einige Optionen in `/etc/init.d/i4l` mit `isdnctrl` eingestellt.

ippdpd-Start

`ippdpd` wird im Rahmen des Init-V-Prozesses gestartet, natürlich ebenfalls bei jeder Distribution anders:

Mandrake (isdn4net):

Init-V-Datei: `/etc/init.d/isdn4linux`

Konfigurationsdateien: `/etc/isdn/profile/link/myisp`
`/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-ippnp`
`/etc/sysconfig/network-scripts/draknet_conf`

Red Hat:

Init-V-Datei: `/etc/init.d/isdn`

Konfigurationsdatei: `/etc/sysconfig/provider/name`

Kopie/Link der Konfigurationsdatei:
`/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-ippnp`

SuSE:

Init-V-Datei (Netzwerk-Interface): `/etc/init.d/i4l`

Konfigurationsdatei (Netzwerk): `/etc/rc.config`

Konfigurationsdatei (ISDN-Parameter): `/etc/rc.config.d/i4l.rc.config`

Konfigurationsdatei (`ippdpd`): `/etc/ppp/options.ippnp`

15.4 ADSL

Grundlagen

ADSL steht für *Asymetric Digital Subscriber Line*, und bezeichnet einen neuen technischen Standard zur Übertragung relativ großer Datenmengen über eine normale Telefonleitung (also über zwei verdrehte Kupferkabel).

ADSL verwendet zur Datenübertragung ein Frequenzband oberhalb der normalen Telefondienste. Aus diesem Grund können diese Dienste (ein Telefongespräch bei Analoganschlüssen, zwei bei ISDN-Anschlüssen) weiterhin unbeschränkt benutzt werden. Da ADSL den normalen Telefonbetrieb nicht stört (und auch keine Leitungen blockiert), bieten die meisten ADSL-Anbieter einen zeitlich unbeschränkten ADSL-Zugang an (also quasi eine Standleitung) – allerdings oft mit einem Mengenlimit.

ADSL bezieht sich eigentlich nur auf die relativ kurze Strecke zwischen dem Endanwender und dem nächstgelegenen Wählamt bzw. der nächsten Vermittlungsstelle (maximal ca. 4 Kilometer). Von dort werden die Daten in die an das Internet angepasste Netzwerkinfrastruktur des Telekom-Unternehmens bzw. Providers eingeleitet (das so genannte Backbone-Netz, im Regelfall auf der Basis von ATM unter Verwendung von Glasfaserleitungen).

Die Besonderheit von ADSL besteht darin, dass die so genannte 'letzte Meile' zwischen dem Wählamt und dem Endanwender, ohne neue Leitungen verlegen zu müssen. Damit das funktioniert, sind sowohl beim Wählamt bzw. Provider als auch beim Endanwender entsprechende technische Erweiterungen erforderlich:

- **DSLAM:** Die Geräte auf Provider-Seite (also im Wählamt bzw. in der Vermittlungsstelle) heißen DSLAMs (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) und sind verhältnismäßig aufwändig. Da zudem das Backbone-Netz bis zu jedem Wählamt bzw. bis zu jeder Verbindungsstelle geführt werden muss, steht ADSL zurzeit meist nur in größeren Städten zur Verfügung (wo sich die erforderlichen Infrastrukturerweiterungen am schnellsten rechnen).
- **Splitter und ANT:** Auf der Anwenderseite (also an Ihrer Telefonbuchse) werden im Regelfall gleich zwei Geräte angeschlossen. Ein so genannter Splitter trennt das Frequenzband in den niederfrequenten Bereich für die herkömmlichen Telefon- bzw. ISDN-Dienste und in den hochfrequenten ADSL-Bereich auf. Dort wird der so genannte *ADSL Network Terminator* (ANT) angeschlossen. Dieses Gerät wird umgangssprachlich meist als ADSL-Modem bezeichnet.

Die Verbindung zwischen dem ANT und Ihrem Computer erfolgt schließlich über ein Ethernet- oder USB-Kabel. Aus Linux-Sicht ist die Ethernet-Lösung vorzuziehen: Zwar benötigen Sie dann auch noch eine Ethernet-Karte, aber zumindest gibt es keine Probleme mit Treibern. Die Unterstützung von USB-ANTs unter Linux ist dagegen noch sehr spärlich und erfordert meist die manuelle Installation von Zusatztreibern – sofern diese überhaupt zur Verfügung stehen.

Splitter und ANT erhalten Sie normalerweise von Ihrem ADSL-Anbieter. (Die Geräte bleiben aber im Eigentum des Anbieters und müssen bei Kündigung des ADSL-Dienstes zurückgegeben werden. In Zukunft ist zu erwarten, dass manche Provider die Beschaffung der ADSL-Hardware den Kunden überlassen.)

Varianten: Grundsätzlich ist es möglich, Splitter und ANT in einem einzigen Gerät zu vereinen. Außerdem gibt es eine ADSL-Variante (G.Lite), die ganz ohne Splitter auskommt. Das wird aber mit anderen Nachteilen erkauft (z. B. Inkompatibilität mit ISDN). Schließlich gibt es ANT in Form einer PC-Steckkarte. Das ist natürlich eine elegante Lösung, allerdings werden die zurzeit erhältlichen Karten nicht von Linux unterstützt.

xDSL: Was ist an ADSL nun asymmetrisch? Die Übertragung von Daten von der Verbindungsstelle zu Ihrem Haushalt ist deutlich schneller als in die umgekehrte Richtung. (In der Praxis bedeutet das, dass das Surfen im Internet schneller ist als etwa das Versenden von E-Mail oder ein FTP-Upload.) Diese Asymmetrie hat technische Ursachen. Als Alternative zu ADSL gibt es eine Reihe symmetrischer Varianten (SDSL, HDSL etc.). Diese Varianten sind aber entweder teurer in der Realisierung oder funktionieren nur für eine kleinere Entfernung zwischen Vermittlungsstelle und Anwender oder sind insgesamt langsamer.

Für Privatanwender ist ADSL daher meist die bessere Wahl (so weit Sie überhaupt eine Wahl haben). Für Firmen oder Anwender, die das Internet nicht nur nutzen möchten (hauptsächlich Download), sondern selbst Server-Dienste anbieten möchten (hauptsächlich Upload), ist ADSL hingegen ungeeignet und SDSL eine interessante Alternative.

Geschwindigkeit: Wie schnell ADSL ist, hängt in erster Linie von Ihrem Provider ab. Es gibt zahllose ADSL-Geschwindigkeitsvarianten. Das theoretische Maximum liegt bei ca. 8 Mbit/s für den Upload und 768 Kbit/s für den Download. Die meisten Provider bieten aber deutlich weniger an (z. B. 768 Kbit/s für den Upload und 128 Kbit/s für den Download).

Protokolle (PPPoE, PPPoA, PPTP): Nach diesen hardware-orientierten Informationen noch einige Ergänzungen zur Software bzw. zu den Protokollen: Prinzipiell ist es möglich, über eine ADSL-Verbindung direkt das TCP/IP-Protokoll zu übertragen. In diesem Fall könnte die Verbindung zwischen dem ANT und dem Rechner also ebenso einfach wie die Verbindung zweier Rechner in einem lokalen Netzwerk erfolgen.

In der Praxis kommt aber (leider) auch bei ADSL meist PPP zum Einsatz. Aus der Sicht eines Internet Providers stellt PPP einen Vorteil dar, weil die schon vorhandene Infrastruktur für den Modem- und ISDN-Zugang (dynamische IP-Nummernvergabe, Authentifizierung, interne Verwaltung und Abrechnung etc.) fast unverändert auch für ADSL genutzt werden kann. Für den Anwender ist PPP eher ein Nachteil, weil es einen höheren Konfigurationsaufwand bedingt und zudem einen Teil der Übertragungskapazität beansprucht.

Um PPP überhaupt via ADSL zu übertragen, wird zumeist das *Point-to-Point Protocol over Ethernet* (kurz PPPoE) eingesetzt. Als Varianten dazu kommen seltener auch das *Point-to-Point Tunneling Protocol* (kurz PPTP) sowie das *Point-to-Point Protocol over ATM* (kurz PPPoA) zum Einsatz. (ATM steht wiederum für *Asynchronous Transfer Mode*. ATM war ursprünglich als Alternative bzw. Nachfolger zum Ethernet konzipiert worden. Zurzeit wird ATM zwar überwiegend für sehr schnelle Backbone-Infrastrukturen eingesetzt, es gibt aber vereinzelt ADSL-Provider, die ATM unterstützen.)

- **PPPoE** ist ein öffentliches Protokoll (aber kein Internet-Standard), das im RFC 2516 dokumentiert ist. Für PPPoE gibt es zwar ein eigenes Kernel-Modul, dieses hatte aber noch experimentellen Status, als dieser Text geschrieben wurde (Kernel 2.4.8). Daher verwenden die meisten Distributionen nicht das PPPoE-Kernel-Modul, sondern externe PPPoE-Treiber (zumeist *Roaring Penguin PPPoE*, kurz RP-PPPoE). Der Hauptnachteil von PPPoE besteht darin, dass dadurch die maximale Länge von IP-Paketen eingeschränkt wird (MTU-Problem, siehe Seite 670).
- **PPTP** ist ein von Microsoft definiertes (bzw. aus anderen Standards weiterentwickeltes) Protokoll, das ebenfalls öffentlich dokumentiert ist (RFC 2637). Seine ursprüngliche Aufgabe bestand darin, so genannte *Virtual Private Networks* (VPNs) über Internet-Verbindungen zu ermöglichen (also eine sichere Verbindung zweier Rechner in einem an sich unsicheren Netz). Aufgrund einer Reihe gravierender Sicherheitsmängel genießt die PPTP-Implementierung nur geringes Vertrauen. Für den ADSL-Zugang stellen diese Sicherheitsbedenken aber kein allzu großes Problem dar. (In gewisser Weise ist ein Internet-Zugang immer unsicher und sollte durch eine Firewall abgesichert werden – mehr dazu erfahren Sie in Kapitel 19.)

Unter Linux wird PPTP clientseitig durch das `PPTP-linux` unterstützt. (Mit dem Paket `poPToP` besteht auch die Möglichkeit, Linux als PPTP-Server einzurichten – das ist hier aber nicht von Interesse.)

- **PPPoA** hat einen ähnlichen Status wie PPPoE und ist im RFC 2364 dokumentiert. PPPoA ist dann interessant, wenn die Verbindung zwischen ANT und Rechner via ATM erfolgt (und nicht via Ethernet). PPPoA kommt insbesondere in Kombination mit manchen USB-ANTs zum Einsatz. Leider wird PPPoA unter Linux zurzeit nur als Kernel-Patch unterstützt. Dieser Patch wird bei Mandrake Linux automatisch mitgeliefert. Bei den anderen Distributionen müssen Sie eventuell den Kernel-Code patchen und dann neu kompilieren.

ADSL und USB: Dieser Abschnitt setzt voraus, dass Sie einen ANT mit Ethernet-Anschluss verwenden. Es gibt aber auch USB-ANTs, und es sieht so aus, als würden diese immer populärer. Ob und wie weit USB-ANTs von Linux unterstützt werden, hängt von deren Implementierung ab. Da ich selbst kein derartiges Gerät testen konnte, kann ich hier nur einige Querverweise angeben.

Für ANTs, die die *Communication Device Class Specification* (CDC) unterstützen, können Sie das USB-Modul `acm` einsetzen. Die Geräte werden dann wie Modems mit den Devices `/dev/usb/ttyACMn` angesprochen. Mir ist allerdings kein einziger CDC-kompatibler USB-ANT bekannt.

Die meisten Geräte verwenden eigene Protokolle zur Kommunikation mit dem Computer. Zu den populärsten derartigen Geräten zählt das Modell Alcatel Speed Touch. Zu diesem ANT gibt es sowohl einen Treiber der Firma Alcatel als auch ein Open-Source-Projekt mit dem Ziel, ein eigenes Kernel-Modul zu entwickeln.

Weitere Informationen zu (A)DSL und Linux finden Sie im exzellenten DSL-HOWTO sowie auf den folgenden Seiten:

<http://www.shoshin.uwaterloo.ca/~mostrows/>

Informationen zur Verwendung des Alcatel Speed Touch finden Sie unter:

<http://linux-usb.sourceforge.net/SpeedTouch/>

<http://www.linuxdude.co.uk/docs/>

Alcatel-Speedtouch-USB-mini-HOWTO

<http://www.linuxdoc.org/HOWTO/DSL-HOWTO/speedtouchusb.html>

<http://members.aon.at/gweb/gweb/linux/speedtouch.html>

http://www.alcatel.com/consumer/dsl/dvrreg_lx.htm

Konfiguration

Bevor es im Folgenden um Möglichkeiten der ADSL-Konfiguration geht, eine Einschränkung: Ich kann ADSL hier leider nicht in seiner ganzen Breite aus eigener, praktischer Erfahrung beschreiben. Wie aus dem vorigen Abschnitt hervorgeht, gibt es unzählige Konfigurationsmöglichkeiten je nach Anschluss des ANTs (Ethernet oder USB) und Protokoll (PPPoE, PPTP, PPPoA). In diesem Abschnitt werden allerdings nur die Konfiguration von Ethernet-ANTs mit PPPoE und PPTP beschrieben.

Voraussetzungen

Bevor Sie mit der PPTP- oder PPPoE-Konfiguration beginnen, sollten einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Sie brauchen natürlich einen ADSL-Anschluss inklusive eines ANT mit einer Ethernet-Netzwerkbuchse. (USB-ANTs werden in diesem Abschnitt nicht beschrieben.)
- Ihr Rechner muss mit einer Netzwerkkarte ausgestattet sein, die korrekt konfiguriert ist. Die Konfiguration hängt vom Protokoll ab (PPTP/PPPoE) – die Einzelheiten folgen in den nächsten Abschnitten.
- Der Rechner und der ANT müssen entweder direkt oder über einen Hub (nur bei PPTP) miteinander verbunden werden.

Vorsicht: Bei manchen ANTs sind die Anschlüsse in der Buchse für das Netzkabel verkreuzt. Das bedeutet, dass Sie ANT und Rechner durch ein normales (nicht gekreuztes) Ethernet-Kabel verbinden können. Wenn Sie den ANT allerdings an einen Hub anschließen, müssen Sie dazu ein verkreuztes Kabel verwenden, um so die Verkreuzung in der ANT-Buchse aufzuheben. (Im Normalfall ist es gerade umgekehrt:

Zur direkten Verbindung zweier Geräte muss ein gekreuztes Kabel verwendet werden, zur Verbindung via Hub dagegen ein normales.)

TIPP

Eine DNS-Konfiguration ist im Regelfall nicht erforderlich. Die meisten Provider übertragen die DNS-Informationen beim Verbindungsaufbau, und die meisten Distributionen werten diese Informationen automatisch aus (Zeile `usepeerdns` in `/etc/ppp/options`). Wenn es Probleme gibt, führen Sie die DNS-Konfiguration manuell in der Datei `/etc/resolv.conf` durch. Details dazu finden Sie im vorigen Kapitel.

Während Sie versuchen, ADSL in Betrieb zu nehmen, sollten Sie in einem Terminal-Fenster `tail -f /var/log/messages` bzw. `/var/log/syslog` ausführen. Damit sehen Sie immer die aktuellsten `syslog`-Meldungen, die oft Aufschluss über Konfigurationsprobleme geben.

Konfigurationshilfen

Die meisten aktuellen Distributionen liefern mittlerweile Konfigurationswerkzeuge für ADSL mit. Wegen der recht großen Bandbreite der ADSL-Angebote gelingt es mit diesen Programmen aber leider nicht immer, tatsächlich eine Internet-Verbindung herzustellen. Dennoch empfiehlt es sich natürlich, die Programme zumindest auszuprobieren. Wenn es nicht klappt, finden Sie Tipps zur manuellen Konfiguration von PPTP und PPPoE ab Seite 665.

Mandrake: Zur Konfiguration steht das Programm `draknet` zur Verfügung. Als einziges der hier vorgestellten Werkzeuge unterstützt es nicht nur PPPoE, sondern auch PPTP. Ab Version 8.1 wird darüber hinaus der Alcatel-SpeedTouch-USB-ANT unterstützt.

Eigene Tests mit der `pptp`-Variante (Mandrake 8.1 Beta 3) sind gescheitert. Wie gut die Konfiguration der anderen ADSL-Varianten tatsächlich funktioniert, konnte ich leider nicht überprüfen.

Red Hat: Red Hat hilft ab Version 7.2 mit den Programmen `internet-druid` und `neat` (beide aus dem Paket `redhat-config-network`) bei der ADSL-Konfiguration. Beide Programme unterstützen nur PPPoE. Bei `internet-druid` beschränken sich die Benutzereingaben auf die Auswahl des Ethernet-Device sowie die Angabe von Account-Name, Login-Name und Passwort. `neat` bietet dagegen volle Kontrolle über alle Parameter.

Zur Herstellung der Verbindung können Sie wie bei Modem- und ISDN-Verbindungen die Programme `usernetctl`, `rp3` oder `usernet` verwenden. (Die beiden letzteren Programme stehen erst nach der Installation des Pakets `rp3` zur Verfügung.) Beachten Sie, dass alle drei Programme die ADSL-Verbindung unter dem Device-Namen `ppp0` kennen.

```
user$ /usr/sbin/usernetctl ppp0 up
user$ /usr/sbin/usernetctl ppp0 down
```

Die Konfigurationsparameter werden an den folgenden Orten gespeichert:

```
/etc/sysconfig/networking/devices/ifcfg-name: Verbindungsparameter  
/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-pppn: Link/Kopie der Verbindungsparameter
```

SuSE/YaST: Auch die ADSL-Module von YaST2 (Kategorie NETZWERK/BASIS) helfen nur bei der PPPoE-Konfiguration. Eine Besonderheit besteht darin, dass für die in Deutschland sehr häufig vorkommende ADSL-Variante T-DSL ein eigenes Konfigurationsmodul zur Auswahl steht.

Router als Alternativen zur eigenen ADSL-Konfiguration

Anstatt Ihren Rechner – egal ob mit Linux oder mit einem anderen Betriebssystem – direkt an den ANT anzuschließen, können Sie zwischen ANT und Rechner einen so genannten Router anschließen. Das ist noch ein Gerät in der Größe eines Modems, das sich sowohl um den Verbindungsaufbau zum Internet Provider als auch um die erforderlichen Protokolle kümmert. Aus Anwendersicht stellt der Router ein fast vollständig vorkonfiguriertes Gateway zum Internet dar, üblicherweise mit eigenem DHCP-Server, mit Masquerading und oft auch mit Firewall-Funktionen. (Genau genommen ist der Begriff Router hier nicht wirklich zutreffend. Es findet kein Routing im Sinne von TCP/IP statt. Es hat sich aber bei den meisten Herstellern eingebürgert, derartige Geräte als Router zu bezeichnen.)

Zu den einfachen Routern gibt es auch Varianten: Falls mehrere Rechner an diesen Router angeschlossen werden sollen, können Sie einen Router mit integriertem Hub verwenden. (Damit sind Sie allerdings weniger flexibel als mit einem externen Hub!) Falls Ihr Provider es zulässt, können Sie auch auf den vom Provider vorgegebenen NAT verzichten und stattdessen einen Router mit integriertem NAT einsetzen. (Vorher müssen Sie aber klären, ob das Gerät mit den vom Provider angebotenen Protokollen kompatibel ist.)

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass Sie sich die unter Umständen mühsame Konfiguration ersparen. Der Nachteil ist, dass diese Vorgehensweise teuer und inflexibel ist. Zurzeit ist die ADSL-Welt noch sehr in Bewegung, und es ist schwer zu sagen, ob Ihr Router auch in einem Jahr noch mit den dann üblichen ADSL-Protokollen zurechtkommt bzw. ob ein entsprechendes Software-Update möglich ist.

Echte Linux-Anhänger werden eher den umgekehrten Weg gehen wollen: Besorgen Sie sich einen alten 486er-PC, bauen Sie zwei Netzwerkkarten ein, und konfigurieren Sie den Rechner so, dass dieser die Rolle des Routers übernimmt (inklusive Masquerading, DHCP, Firewall etc.)! Wie das geht, wird in Kapitel 19 beschrieben. Dort werden auch die gerade erwähnten Fachbegriffe erklärt.

Manuelle PPTP-Konfiguration

Konfiguration der Netzwerkkarte: Dieser Abschnitt geht davon aus, dass die auf Seite 662 beschriebenen Voraussetzungen erfüllt sind. Zur Konfiguration der Netzwerkkarte müssen Sie wissen, unter welcher IP-Nummer der ANT angesprochen wird. Diese Information sollte aus der mit dem ANT mitgelieferten Dokumentation hervorgehen. (In diesem Buch wird angenommen, dass die IP-Adresse 10.0.0.138 lautet.)

Sie müssen die IP-Nummer und die Netzwerkmaste für das Netzwerk-Interface so wählen, dass der ANT erreichbar ist. (Wenn der ANT die IP-Nummer 10.0.0.138 hat, dann wählen Sie für das Netzwerk-Interface die Nummer 10.0.0.*n*, wobei *n* weder 0 noch 255 noch 138 ist. Als Maske verwenden Sie 255.255.255.0.) Es darf keine Gateway-Adresse eingestellt werden. (Allgemeine Informationen zur Netzwerkkonfiguration finden Sie im vorigen Kapitel.)

Ob die Verbindung zwischen Ihrem Rechner und dem ANT funktioniert, können Sie durch ein einfaches ping-Kommando testen.

```
root# ping 10.0.0.138
PING 10.0.0.138 (10.0.0.138): 56 data bytes
64 bytes from 10.0.0.138: icmp_seq=0 ttl=15 time=4.674 ms
64 bytes from 10.0.0.138: icmp_seq=1 ttl=15 time=3.737 ms
...
```

Bei den meisten ANTs können Sie diverse Konfigurationsdetails – inklusive der IP-Adresse – verändern. Der übliche Weg besteht darin, einen Webbrowser zu starten und die zurzeit gültige IP-Adresse des ANTs anzugeben. Es sollten dann die Konfigurationsseiten des ANTs erscheinen. Manche ANTs lassen sich weniger komfortabel via telnet konfigurieren. (Voraussetzung ist, dass Sie Login-Namen und Passwort kennen.) Generell sollten Sie die Konfiguration des ANTs wirklich nur dann verändern, wenn Sie wissen, was Sie tun!

Je nach Modell und Konfiguration verwenden ANTs auch die von einem DHCP-Server zugewiesene IP-Adresse (sofern der ANT an ein lokales Netz mit DHCP-Server angeschlossen ist).

PPTP installieren

Das Paket `pptp-linux` wird zurzeit nur mit wenigen Linux-Distributionen mitgeliefert. Sie finden Binärpakete sowie den Quellcode des Programms aber natürlich im Internet:

```
http://www.scooter.cx/alpha/pptp.html
http://www.pdos.lcs.mit.edu/~cananian/Projects/PPTP/
```

Bei der Installation verlangt `rpm` eventuell auch nach dem Paket `ppp-mppe`. Dieses Paket benötigen Sie aber nicht. Verwenden Sie zur Installation einfach die Option `--nodeps`.

Falls Sie mit dem Alcatel ANT ADSL 1000, Version BBAA (siehe Aufkleber auf der Rückseite) arbeiten, benötigen Sie eine gepatchte Version von pptp, die einen Fehler im Alcatel ANT umgeht. Diese gepatchte Version finden Sie unter:

<http://infolibre.free.fr/adsl/>

Entgegen den Informationen der PPTP-Dokumentation funktioniert pptp grundsätzlich auch mit Kernel 2.4. Bei den von mir getesteten Distributionen gab es allerdings Probleme mit Red Hat 7.2 (Beta 2): Bei dieser Distribution ist es mir nicht gelungen, PPTP zum Laufen zu bringen. Der Grund dieser Probleme ist unklar geblieben; die wahrscheinlichste Ursache ist aber wohl die Konfiguration der mit Red Hat mitgelieferten Kernel.

Grundkonfiguration, erster Test

pptp ist eng mit pppd verzahnt. Die gesamte Konfiguration betrifft daher pppd-Konfigurationsdateien (siehe Seite 626 für die Authentifizierung und Seite 629 für die restlichen Optionen). Im Regelfall benötigen Sie nur die ersten vier Zeilen (wobei Sie statt `hofer` Ihren PPP-Login-Namen einsetzen). `usepeerdns` bewirkt eine automatische DNS-Konfiguration, allerdings nur dann, wenn dies im `ip-up`-Script Ihrer Distribution vorgesehen ist. Die `debug`-Option hilft bei der Fehlersuche, wenn es nicht auf Anhieb funktioniert. Informationen zu den anderen, hier auskommentierten Optionen folgen etwas weiter unten.

```
# /etc/ppp/options
name "hofer"
noauth
noipdefault
defaultroute
usepeerdns
# debug
```

In `/etc/ppp/pap-secrets` und `/etc/ppp/chap-secrets` muss jeweils das zum Login-Namen passende Passwort angegeben werden. Wenn die IP-Adresse des ANTs bekannt ist, geben Sie auch diese Adresse an, sonst einen Stern (dann gilt das Passwort für alle IP-Adressen).

```
# /etc/ppp/pap-secrets und /etc/ppp/chap-secrets
"hofer" 10.0.0.138 "qwe44trE"
```

Um ADSL zu starten, müssen Sie jetzt nur noch das folgende Kommando ausführen (wobei Sie statt `10.0.0.138` die IP-Adresse Ihres ANT einsetzen):

```
root# pptp 10.0.0.138
```

Ob die Verbindung funktioniert, können Sie mit `ifconfig`, `ping` etc. feststellen (siehe Seite 607). Entscheidend ist, dass es bei der Ausgabe einen `ppp0`-Block gibt.

```

root# ifconfig
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:48:54:39:C1:74
      inet addr:10.0.0.143 Bcast:10.0.0.255 Mask:255.255.255.0
      ...
lo   Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
      ...
ppp0 Link encap:Point-to-Point Protocol
      inet addr:213.33.18.220 P-t-P:172.18.90.119
          Mask:255.255.255.255
      UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST MTU:1500 Metric:1
      RX packets:44 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:147 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:3
      RX bytes:5402 (5.2 Kb) TX bytes:10081 (9.8 Kb)

```

Um ADSL wieder zu beenden, sind die folgenden Kommandos erforderlich:

```

root# killall pppd
root# killall pptp
root# rm -f /var/run/ppptp/*

```

Wenn es Probleme gibt, fügen Sie in `/etc/ppp/options` die debug-Option ein und werfen einen Blick in `/var/log/messages` oder `/var/log/syslog` (je nach Einstellung in `/etc/syslog.conf`). Die folgenden Zeilen zeigen einen geglückten Verbindungsaufbau mit CHAP-Authentifizierung und anschließender Übertragung der DNS-Adressen.

```

ppptp[8100]: Client connection established.
ppptp[8100]: Incoming call established.
ppptp[8101]: pptp: call_id = 0 peer_call_id = 1
pppd[8102]: pppd 2.4.0 started by root, uid 0
pppd[8102]: using channel 4
pppd[8102]: Using interface ppp0
pppd[8102]: Connect: ppp0 <--> /dev/ttya0
pppd[8102]: sent [LCP ConfReq id=0x1 <asynctest 0x0> <magic 0xdabb5122>
<pcomp> <accomp>]
pppd[8102]: sent [LCP ConfReq id=0x1 <asynctest 0x0> <magic 0xdabb5122>
<pcomp> <accomp>]
pppd[8102]: rcvd [LCP ConfReq id=0x9a <auth chap MD5> <magic 0x1bc6a560>]
pppd[8102]: sent [LCP ConfAck id=0x9a <auth chap MD5> <magic 0x1bc6a560>]
pppd[8102]: rcvd [LCP ConfAck id=0x1 <asynctest 0x0> <magic 0xdabb5122>
<pcomp> <accomp>]
pppd[8102]: sent [LCP EchoReq id=0x0 magic=0xdabb5122]
pppd[8102]: rcvd [CHAP Challenge id=0x8 <ab8cc263fb9111993b89229b24fb8112>,
name = "*****"]
pppd[8102]: sent [CHAP Response id=0x8 <84b877c5b651afc923cc310041eeb21f>,
name = "*****"]
pppd[8102]: rcvd [LCP EchoRep id=0x0 magic=0x1bc6a560]
pppd[8102]: rcvd [CHAP Success id=0x8 ""]
pppd[8102]: sent [IPCP ConfReq id=0x1 <addr 0.0.0.0> <compress VJ 0f 01>
<ms-dns1 0.0.0.0> <ms-dns3 0.0.0.0>]
pppd[8102]: sent [CCP ConfReq id=0x1 <deflate 15> <deflate(old#) 15>]

```

```

<bsd vl 15>]
pppd[8102]: rcvd [IPCP ConfReq id=0x15 <addr 172.18.90.119>]
pppd[8102]: sent [IPCP ConfAck id=0x15 <addr 172.18.90.119>]
pppd[8102]: rcvd [IPCP ConfReq id=0x1 <compress VJ 0f 01>]
pppd[8102]: sent [IPCP ConfReq id=0x2 <addr 0.0.0.0> <ms-dns1 0.0.0.0>
<ms-dns3 0.0.0.0>]
pppd[8102]: rcvd [LCP ProtReq id=0x9b 80 fd 01 01 00 0f 1a 04 78 00 18 04
78 00 15 03 2f]
pppd[8102]: rcvd [IPCP ConfNak id=0x2 <addr 213.33.18.220>
<ms-dns1 195.3.96.67> <ms-dns3 195.3.96.68>]
pppd[8102]: sent [IPCP ConfReq id=0x3 <addr 213.33.18.220>
<ms-dns1 195.3.96.67> <ms-dns3 195.3.96.68>]
pppd[8102]: rcvd [IPCP ConfAck id=0x3 <addr 213.33.18.220>
<ms-dns1 195.3.96.67> <ms-dns3 195.3.96.68>]
pppd[8102]: local IP address 213.33.18.220
pppd[8102]: remote IP address 172.18.90.119
pppd[8102]: primary DNS address 195.3.96.67
pppd[8102]: secondary DNS address 195.3.96.68
pppd[8102]: Script /etc/ppp/ip-up started (pid 8108)

```

Sonderwünsche

ADSL automatisch starten: Die weitere Konfiguration hängt stark von Ihren Anforderungen und von der Art der Abrechnung Ihres ADSL-Zugangs ab. Wenn Sie ADSL zeitlich unbeschränkt verwenden können (und höchstens in Ihrer Übertragungsmenge beschränkt sind), ist es das beste, ADSL bereits beim Rechnerstart zu aktivieren. Dazu erstellen Sie nach dem Muster eines vorhandenen Init-V-Scripts ein neues Script `adsl` und richten in den Verzeichnissen `rcn.d` Start- und Stopp-Links darauf ein. (Grundlagen zur Init-V-Konfiguration finden Sie auf Seite 359.)

ADSL-Verbindungsprobleme reduzieren: Theoretisch sollte die ADSL-Verbindung nach ihrem Start bis zum Herunterfahren des Rechners erhalten bleiben. Die Praxis sieht allerdings oft ganz anders aus! Probleme beim Provider führen oft dazu, dass die Verbindung vorzeitig abbricht. Besonders tückisch daran ist, dass `pppd` dies unter Umständen gar nicht bemerkt. Die folgenden zwei Ergänzungen in `/etc/ppp/options` schaffen Abhilfe:

```

# Ergänzung in /etc/ppp/options
lcp-echo-interval 15
lcp-echo-failure 2

```

Damit wird alle 15 Sekunden eine Echo-Aufforderung (LCP echo request) an den Internet Provider gesendet. Wenn dieser zweimal hintereinander nicht antwortet, nimmt `pppd` an, dass die Verbindung tot ist, und quittiert ebenfalls den Dienst.

PPPD automatisch neu starten: Wahrscheinlich denken Sie sich, dass mit dem durch den Echo-Test ausgelösten Ende von `pppd` nicht viel gewonnen ist. Laut `pppd`-Dokumentation wäre es leicht, dem abzuhelfen – durch die zusätzliche Option `persist` in der `options`-Datei. `pppd` wird dann nicht beendet, sondern versucht, eine neue Verbindung aufzubauen. Leider funktioniert das zurzeit noch nicht in Kombination mit `pptp`.

Das winzige Script `adsl-forever` bietet einen anderen Lösungsweg. Dabei handelt es sich um eine Endlosschleife, in der alle drei Sekunden mit `ifconfig` getestet wird, ob das `ppp0`-Interface noch existiert. Ist das nicht der Fall, werden die eventuell noch laufenden Programme beendet (was bisweilen einige Hartnäckigkeit erfordert). Auch das Kommando `ifconfig` sollte eigentlich nicht erforderlich sein, es hat sich aber herausgestellt, dass das Interface `ppp0` manchmal weiter existiert, obwohl `pppd` nicht mehr läuft. Anschließend wird `pptp` neu gestartet.

```
#!/bin/bash
# /sbin/adsl-forever
while [ 1 ]; do
    # test if ppp0 interface is up
    if ! $(ifconfig | grep -q ^ppp0); then
        killall -q pppd
        killall -q pptp
        sleep 5
        killall -q -9 pppd
        killall -q -9 pptp
        ifconfig ppp0 down &> /dev/null
        rm -f /var/run/pptp/*
        # je nach Konfiguration: /usr/sbin/pptp !
        /usr/bin/pptp 10.0.0.138
    fi
    sleep 15
done
```

VERWEIS

`adsl-forever` ist ein Beispiel für ein Shell-Script, also für ein kleines Programm, das von der Shell ausgeführt wird. Eine Shell ist eine Art Kommandointerpreter. Genauere Informationen finden Sie in Kapitel 20. Eine Einführung in die Shell-Programmierung gibt Kapitel 21.

Falls Sie `adsl-forever` in einem Init-V-Script starten, müssen Sie das Endlosprogramm dort auch stoppen. Das Code-Fragment könnte so aussehen:

```
# Init-V-Script, um /sbin/adsl-forever zu starten bzw. zu beenden
...
case "$1" in
    start)
        echo "start adsl"
        /sbin/adsl-forever &
        ;;
```

```
stop)
    echo "shutting down adsl"
    killall adsl-forever
    killall -q pppd
    killall -q pptp
    ifconfig ppp0 down &> /dev/null
    rm -f /var/run/pptp/*
    ;;
restart)
...

```

Manuelle PPPoE-Konfiguration

HINWEIS

Da es in meiner Wohngegend zurzeit keinen Provider gibt, der ADSL via PPPoE anbietet, hatte ich keine Möglichkeit, PPPoE selbst zu testen. Anders als im Rest dieses Buches, wo Konfigurationsvarianten, Programme etc. tatsächlich getestet wurden, ist dieser Abschnitt also eher eine geordnete Sammlung von Informationen aus dritter Hand.

Grundlagen

Es gibt nicht eine, sondern gleich eine ganze Reihe von Möglichkeiten, um PPPoE mit Linux zum Laufen zu bringen. Auf der PPPoE-Seite von SuSE (Adresse siehe unten) werden gleich vier verschiedene Treiber genannt. Dabei gibt es zwei grundsätzliche Typen:

- Einige Treiber sind als Kernel-Erweiterungen realisiert. Das bedeutet, dass Sie den Kernel-Code patchen und neu kompilieren müssen, sofern zu Ihrer Distribution nicht schon ein Kernel mit PPPoE-Unterstützung gehört. Momentan ist das einzig bei SuSE der Fall.
- Die restlichen Treiber arbeiten im User-Mode (also ohne Kernel-Eingriff). Das ist nicht ganz so effizient, aber nachträglich viel einfacher zu installieren. Angesichts der Leistung marktüblicher Rechner ist die Geschwindigkeitseinbuße sicherlich verschmerzbar. Mandrake und Red Hat verwenden jeweils User-Mode-Treiber (*Roaring Penguin PPPoE*).

Konfiguration der Netzwerkkarte: Dieser Abschnitt geht davon aus, dass die auf Seite 662 beschriebenen Voraussetzungen erfüllt sind. Die Konfiguration des Netzwerk-Interface für die Verbindung zum ANT ist einfach: Weder die IP-Adresse noch die Netzmaske werden berücksichtigt. (Geben Sie 0.0.0.0 ein.) Das Netzwerk-Device darf nicht als Gateway konfiguriert werden! (Allgemeine Informationen zur Konfiguration von Netzwerkkarten finden Sie im vorangegangenen Kapitel.)

MTU-Problem: Im Internet werden Daten nicht Byte für Byte, sondern in Paketen übertragen. Die Ethernet-Defaultgröße für solche Pakete ist 1500 Byte. Falls sich auf dem Weg zwischen zwei Internet-Partnern Hard- oder Software befindet, für die die Datenpakete

zu groß sind, werden sie automatisch in kleinere Pakete zerlegt und später wieder zusammengesetzt. Das ist allerdings nicht besonders effizient, weswegen manche Betriebssysteme (unter ihnen Linux) versuchen, die maximale Paketgröße durch das Versenden spezieller ICMP-Pakete herauszufinden. Diese Pakete werden allerdings von manchen Firewalls verschluckt, weswegen die Feststellung der richtigen Paketgröße versagt und mit etwas Pech die Datenübertragung ganz scheitert.

Dieses Problem tritt normalerweise nicht auf, weil der kleinste gemeinsame Nenner, nämlich eine Paketgröße von 1500 Byte, selten unterschritten wird. Genau das passiert aber bei PPPoE-Verbindungen, weil ein paar der 1500 Byte für zusätzliche Protokollinformationen verloren gehen. Hier müssen MTU (*Maximum Transmit Unit*) und MRU (*Maximum Receive Unit*) auf 1490 reduziert werden (mtu- und mru-Optionen in `/etc/ppp/options`). Je nach Dokumentation finden Sie statt 1490 auch eine ganze Reihe anderer Werte, etwa 1412, 1452, 1484 und 1492. Aus Geschwindigkeitsgründen sollte ein möglichst hoher Wert gewählt werden. (1492 scheint das oberste Limit zu sein. In den Beispielen dieses Buchs wird 1490 verwendet – aber experimentieren Sie gegebenenfalls selbst.)

Dies war eine etwas vereinfachte Darstellung des Problems. Nun zu seinen möglichen Lösungen:

- Bei einem Standalone-Rechner, der via ADSL/PPPoE mit dem Internet verbunden ist, reichen die schon erwähnten mtu- und mru-Optionen in `/etc/ppp/options` aus.
- Wenn der Rechner hingegen mittels Masquerading ein Gateway in das Internet darstellt und von mehreren Clients genutzt wird (siehe Kapitel 19), muss die MTU-Einstellung auch bei allen Clients vorgenommen werden. Bei einem DHCP-System ist das mit wenig Arbeit verbunden, weil der MTU-Wert zentral in `dhcpcd.conf` eingestellt werden kann (Option `interface-mtu`).

Andernfalls muss aber jedes System manuell konfiguriert werden. Unter Linux müssen alle Ethernet-Interfaces mit `ifconfig` unter Verwendung der Option `mtu 1490` initialisiert werden. (Das gilt allerdings nicht für das Interface, das die Verbindung zwischen dem lokalen Rechner und dem ANT herstellt!) Unter Windows müssen Registry-Einstellungen verändert werden:

Windows 9x:

`HKEY_LOCAL_MACHINE/System/CurrentControlSet/Services/Class/NetTrans/000X/MaxMTU=1490`, wobei 1490 eine Zeichenkette ist

Windows NT:

`HKEY_LOCAL_MACHINE/System/CurrentControlSet/Services/E190x1/Parameters/Tcpip/MTU=1490`, wobei 1490 ein DWORD ist

Siehe auch: <http://www.ecf.toronto.edu/~stras/pppoe.html>

- Diese manuelle Konfiguration zahlreicher Client-Rechner ist natürlich sehr un bequem. Um das Problem zu umgehen, verwenden neuere PPPoE-Treiber ein so genanntes *MSS Clamping*. Dabei wird die MSS-Option von TCP-Datenpaketen an den (lokal auf dem Gateway geltenden) MTU-Wert angepasst. (MSS steht für *Maximum Segment Size*. Um wirklich zu verstehen, was hier vor sich geht, müssen Sie TCP-Experte sein.)

Wie das MSS Clamping durchgeführt wird, hängt vom PPPoE-Treiber ab. `pppoed` liefert zu diesem Zweck ein zusätzliches Kernel-Modul mit. Bei `rp-pppoe` ist die Funktion in den Treiber eingebaut und kann mit der Option `-m` aktiviert werden.

Beachten Sie, dass Sie dank MSS Clamping zwar nicht die MTU/MRU-Einstellung aller Clients verändern müssen, dass aber weiterhin die MTU/MRU-Optionen in `/etc/ppp/options` für den lokalen Rechner durchgeführt werden müssen!

Weiterführende Informationen finden Sie im DSL-HOWTO, in der SuSE-Support-Datenbank (suchen Sie nach ADSL/XDSL/TDSL) sowie speziell zu PPPoE im Internet:

VERWEIS

<http://www.suse.de/~bk/PPPoE-project.html>
<http://www.roaringpenguin.com/pppoe/>
<http://www.pullmoll.de/pppoe.htm>
<http://www.cs.toronto.edu/~kal/hse/resource.html>
<http://Cable-DSL.home.att.net/>
<http://www.rodsbooks.com/network/network-dsl.html>
<news:comp.dcom.xdsl>

pppoed (Kernel-Lösung)

Das `pppoed`-Paket von Jamal Hadi Salim besteht aus einer Kernel-Erweiterung und dem Programm `pppoed` (das seinerseits wieder auf `pppd` zurückgreift). Eine aktuelle Version des Pakets finden Sie im Internet:

<http://www.davin.ottawa.on.ca/pppoe/>

`pppoed` wird zurzeit nur von SuSE standardmäßig mitgeliefert. Die Konfiguration erfolgt am einfachsten mit YaST2, wobei die Parameter in der Datei `/etc/pppoed.conf` gespeichert werden (Details siehe man `pppoed`). Zum manuellen Start von `pppoed` verwenden Sie das dazu vorgesehene Init-V-Script:

```
root# /etc/init.d/pppoed start/stop
```

Mit dem `pppoed`-Paket wird auch der Programmcode für das zusätzliche Kernel-Modul `mssclampfw` mitgeliefert, das eine Lösung für das eingangs beschriebene MTU-Problem darstellt. (Wenn Sie mit SuSE 7.2 arbeiten, müssen Sie ein Kernel-Update durchführen, bevor das Modul verwendet werden kann.)

pppoe (Roaring Penguin PPPoE, User-Space-Lösung)

pppoe von der Firma Roaring Penguin ist eine reine User-Space-Lösung. Es bedarf keiner Änderung am Kernel. Daher bietet sich pppoe vor allem dann an, wenn Sie keinen Kernel mit pppoe-Unterstützung haben (siehe oben) und auch keine Lust haben, selbst einen neuen Kernel zu kompilieren. pppoe untersteht wie pppoe-der GPL, ist also kostenlos sowohl in Binärform als auch mit Quellcode erhältlich:

<http://www.roaringpenguin.com/pppoe>

pppoe wird bei Mandrake und Red Hat automatisch mitgeliefert (Paket `rp-pppoe`). Zum Herstellen bzw. Beenden einer Internet-Verbindung sieht das Paket die Script-Dateien `adsl-start`, `adsl-connect` und `adsl-stop` vor. Bei Red Hat (ab Version 7.2) können die erforderlichen Konfigurationsdateien in `/etc/sysconfig/networking` am einfachsten mit `neat` erstellt werden.

Kapitel 16

WWW, FTP, Telnet, SSH

Dieses Kapitel beschreibt, wie Sie auf einem Rechner mit Internet-Verbindung elementare Netzwerkdienste nutzen können. Dazu zählen WWW (also das Surfen im Internet), FTP (Übertragung von Dateien) sowie Telnet und SSH (Arbeiten auf anderen Rechnern).

Aus Platzgründen ist es unmöglich, die unzähligen zur Auswahl stehenden Webbrowser, FTP-Clients etc. im Detail zu beschreiben. Vielmehr legt das Kapitel den Schwerpunkt auf die Vermittlung von Grundlagenwissen und auf die oft mühsamen Konfigurationsdetails (Plugins, Java etc.).

VERWEIS

Das Kapitel setzt voraus, dass Ihr Rechner mit dem Internet verbunden ist – siehe die beiden vorangegangenen Kapitel. Informationen zu den Funktionen E-Mail und News finden Sie in den zwei folgenden Kapiteln.

Die Internet-Dienste IRC (Internet Relay Chat) und Instant Messaging werden in diesem Buch nicht behandelt. Bei beiden Diensten handelt es sich um dynamische Kommunikationsformen mit einem direkten Kontakt zwischen den Gesprächspartnern (d. h. alle Teilnehmer müssen gleichzeitig Online sein). Wenn Sie IRC nutzen möchten, zählen xchat und Mozilla zu den am einfachsten bedienbaren Programmen. Für das Instant Messaging sind die Programme Netscape 6.*n* und gaim am populärsten.

<http://www.xchat.org/>

<http://gaim.sourceforge.net/>

16.1 World Wide Web (WWW)

Zum Lesen von Webseiten benötigen Sie einen so genannten Browser. Bekannte Browser sind Netscape und (nur unter Windows) der Internet-Explorer. Dabei handelt es sich jeweils um riesige Programmpakete, die neben den WWW-Funktionen auch andere Internet-Dienste integrieren (FTP, News, E-Mail etc.).

Unter Linux war die Auswahl an Webbrowsern bis vor kurzem bescheiden. Das einzige Programm, das einigermaßen stabil funktionierte, war Netscape. Im letzten Jahr ist aber sehr viel Bewegung in die Linux-Browser-Szene gekommen, und es stehen ca. zehn verschiedene Programme zur Auswahl. Bevor einige dieser Programme näher vorgestellt werden, müssen aber noch einige Begriffe erklärt werden, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem WWW stehen.

Grundlagen

Glossar

HTML: Diese Abkürzung steht für *Hypertext Markup Language* und bezeichnet das Dokumentenformat für das WWW. HTML-Dokumente liegen im ASCII-Format vor und können im Prinzip mit jedem Editor erstellt werden. HTML-Anweisungen sind in spitze Klammern eingeschlossen, so steht `<H1>` beispielsweise für eine Überschrift erster Ordnung. Mehr Komfort beim Erstellen eigener HTML-Texte erzielen Sie mit eigenen HTML-Editoren oder durch die Verwendung eines Textverarbeitungsprogramms, das einen HTML-Exportfilter besitzt.

HTTP: Das Kürzel steht für *Hypertext Transfer Protocol*. Dieses definiert, wie HTML-Dokumente über das Netz übertragen werden. Im Regelfall werden Sie als Anwender damit nicht konfrontiert – es wird Ihnen nur auffallen, dass alle WWW-Adressen mit `http://` beginnen. Wenn Sie selbst WWW-Dokumente über das Netz zur Verfügung stellen (und dazu nicht die Dienste eines Internet-Providers in Anspruch nehmen) möchten, müssen Sie einen eigenen Webserver konfigurieren (genau genommen: einen HTTP-Server). Unter Linux wird dazu üblicherweise Apache eingesetzt.

VERWEIS

Die Konfiguration von Apache wird in diesem Buch nicht behandelt. Es gibt zahlreiche exzellente Bücher zu diesem Thema. Startpunkt für die Informationssuche im Internet ist `www.apache.org`.

URL: der *Universal Resource Locator* und bezeichnet eine WWW-Adresse im Format `protokoll://adresse`. Übliche Protokolle sind `ftp://`, `http://`, `https://` (mit Verschlüsselung) und `file://`. Manche Programme wie *konqueror* unterstützen eine Menge weiterer Protokolle.

Fonts: Ein gemeinsames Problem aller Linux-Webbrowser besteht darin, dass die verwendeten Fonts meist unleserlich klein sind. Nun ist es meist ein Leichtes, im Konfigurations-

dialog eine größere Schrift einzustellen – aber dann wird die Font-Darstellung meistens klobig, zittrig oder anderweitig hässlich. Abhilfe schafft bei den meisten modernen Browsern die Installation von TrueType-Fonts (siehe Seite 515). Natürlich muss der Browser anschließend noch so konfiguriert werden, dass das Programm diese Fonts verwendet (und nicht irgendwelche, nicht-skalierbare X-Fonts).

Bookmarks: Bookmarks (also Lesezeichen) werden dazu verwendet, die aktuelle Adresse in einer Liste zu speichern. Zu einem späteren Zeitpunkt kann die Seite dann rasch wiedergefunden werden. Dazu verwendet beinahe jedes Programm ein eigenes Format, sodass Bookmarks nicht ohne weiteres zwischen den Browsern ausgetauscht werden können. (Einige Browser besitzen aber Import- und/oder Export-Funktionen für Bookmarks.)

Viele Browser werden schon mit einer riesigen Bookmark-Liste ausgeliefert (dahinter stehen oft Werbeinteressen). Große Unterschiede gibt es auch bei dem Programmteil, der für die Verwaltung der Bookmarks verantwortlich ist.

Erweiterungen (Plugins), MIME, Java und JavaScript

Das Internet bietet natürlich mehr als reine HTML-Dokumente. Schon relativ rasch entstand der Wunsch, auch Audio-, Video-, Multimedia- und andere Daten in Webseiten zu integrieren. Da kein Browser all diese Funktionen von sich aus anbieten kann, gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder werden unbekannte Dateien geladen und dann an externe Programme weitergegeben (die in einem eigenen Fenster erscheinen); oder die Daten werden innerhalb des Browsers durch ein so genanntes Plugin dargestellt.

MIME: Diese Abkürzung steht für *Multipurpose Internet Mail Extensions*. MIME ist dafür verantwortlich, dass der Webbrowser weiß, welches Programm er zur Verarbeitung der Datei name .xyz verwenden soll. Weitere Informationen zu MIME finden Sie auf Seite 229. Beachten Sie, dass die meisten Browser nicht auf die globalen MIME-Einstellungen zurückgreifen, sondern selbst eigene MIME-Listen verwalten.

Plugins: Plugins sind Erweiterungen mit Zusatzfunktionen für den Browser. Zur Integration derartiger Erweiterungen hat Netscape ein Plugin-Format entwickelt, das zum Glück auch von meisten anderen Webbrowsern verstanden wird. Der Umgang mit Plugins wird ebenfalls in einem eigenen Abschnitt ab Seite 690 beschrieben. Die folgende Liste zählt populäre, für Linux erhältliche Plugins auf:

- Adobe Acrobat: zur Anzeige von PDF-Dateien im Browser
- Java Runtime Environment: zur Ausführung von Java-Applets
- Macromedia Flash: zum Abspielen von Flash-Animationen
- RealPlayer: zum Abspielen von Audio-Dateien

JavaScript: Hierbei handelt es sich um eine Programmiersprache, deren Kommandos direkt in HTML-Seiten eingebettet ist. Die Kommandos werden dann vom Webbrowser ausgeführt. JavaScript ermöglicht diverse Animationen, intelligente Menüs, Popup-Fenster (neue Fenster, die sich selbstständig öffnen) etc. JavaScript wird von den meisten Linux-Webbrowsern unterstützt, wenn auch in ganz unterschiedlicher Qualität. Generell ist

es leider so, dass viele JavaScript-Seiten unter Linux Probleme verursachen. (Allerdings kann man geteilter Meinung darüber sein, ob JavaScript wirklich notwendig ist. Viele Webentwickler glauben leider noch immer, dass eine Website erst mit JavaScript-Effekten wirklich cool ist.)

Java: Java ist eine von Sun entwickelte Programmiersprache. Der Programmcode befindet sich in eigenen Dateien (Applets), die auf den Rechner übertragen und dann mit einem Java-Interpreter ausgeführt werden. Dieser Java-Interpreter kann wahlweise direkt in den Webbrowser integriert sein oder als Plugin zur Verfügung stehen.

Java bietet deutlich mehr Funktionen als JavaScript und wird beispielsweise für Online-Banking oder andere, relativ anspruchsvolle Aufgaben eingesetzt. Leider gilt wie bei JavaScript, dass auch Java unter Linux viele Probleme bereitet. Die Wahrscheinlichkeit, dass Java-Applets auf Anhieb und ohne Konfigurationsarbeiten laufen, ist gering. Mehr zum Thema Java finden Sie in einem eigenen Abschnitt ab Seite 693.

Sicherheit

Java, JavaScript: Das Betrachten reiner HTML-Seiten stellt kein Sicherheitsproblem dar. Aber sobald Programmcode am Rechner ausgeführt wird (Java, JavaScript, diverse Plugins), besteht eine gewisse (relativ kleine) Gefahr, dass diese Programme Dinge tun, die Sie nicht wollen. Zwar sind Java und JavaScript im Hinblick auf möglichst hohe Sicherheit entwickelt worden, dennoch kann ein gesundes Misstrauen nicht schaden. Deswegen sind Java und JavaScript oft per Default abgeschaltet. Manche Browser bieten die Möglichkeit, Java oder JavaScript spezifisch für einzelne Websites, denen Sie vertrauen, zu aktivieren.

TIPP

Generell sollten Sie nie als `root` surfen! Wenn Sie als gewöhnlicher Benutzer surfen, schränken Sie damit das mögliche Schadenspotenzial ganz erheblich ein.

Manche Browser mit integrierten E-Mail-Funktionen können JavaScript-Code sogar in HTML-E-Mails ausführen. Diese Funktion sollte immer abgeschaltet werden. (Es gibt keinen vernünftigen Grund, weswegen eine E-Mail Programmcode enthalten sollte.)

Passwörter: Auf vielen Websites müssen Sie sich mit einem Login-Namen und einem Passwort anmelden. Manche Webbrowser bieten an, diese Informationen zu speichern. Das erhöht natürlich den Komfort beim Zugang zu derartigen Seiten, stellt aber ebenfalls ein Sicherheitsrisiko dar: Die Passwörter werden oft im Klartext oder mit unzureichender Verschlüsselung in einer Datei auf Ihrer Festplatte gespeichert, die womöglich auch andere Personen lesen können. Wenn Sie Passwörter überhaupt speichern, so sollten Sie zumindest bei wirklich sicherheitsrelevanten Websites auf diese Funktion verzichten (Online-Banking etc.).

Verschlüsselte Übertragung von Daten: Wenn Sie Bestellungen im Internet durchführen und dabei Kreditkartennummern oder andere private Daten übertragen, müssen Sie unbedingt darauf achten, dass dabei ein verschlüsseltes HTTP-Protokoll zum Einsatz kommt. (Das erkennen Sie an der Adresse `https`.) Internet-Firmen, die `https` für Be-

stellvorgänge nicht unterstützen, sind nicht seriös. (Die Qualität der Verschlüsselung ist sowohl von der Website als auch von Ihrem Webbrowser abhängig. Modernere Programme unterstützen bessere Verschlüsselungsalgorithmen. Manche Browser bieten dazu umfassende Konfigurationsmöglichkeiten.)

Cookies: Cookies sind kleine Informationseinheiten, die auf Wunsch einer Website auf Ihrem Rechner gespeichert und später wieder (nur von dieser Website) gelesen werden können. Cookies dienen in erster Linie dazu, dass die Websites (genau genommen: die dort vom Webserver ausgeführten Programme) Zustandsinformationen bei einem Seitenwechsel bewahren können. Theoretisch können Cookies auch zur Sammlung von Surfgewohnheiten benutzt werden (insbesondere von Firmen, die auf vielen Seiten Werbeanzeigen platzieren). Aus diesem Grund bieten einige Browser die Möglichkeit, Cookies ganz oder selektiv zu verbieten. Die Gefahr durch Cookies ist im Vergleich zu den anderen Sicherheitsrisiken aber sicherlich gering, weswegen auch ein generelles Akzeptieren von Cookies unbedenklich zu sein scheint.

Cache, Offline-Modus, Proxy-Cache

Cache, Offline-Modus: Die meisten Browser verwalten einen eigenen Cache, in dem die WWW-Dokumente, auf die zuletzt zugegriffen wurde, lokal auf der Festplatte gespeichert werden. Bei einem wiederholten Zugriff wird nur getestet, ob sich das Dokument geändert hat. Wenn das nicht der Fall ist, wird auf eine erneute Übertragung verzichtet und stattdessen die lokale Datei verwendet. Manche Browser können sogar in einem speziellen Offline-Modus eingesetzt werden. In diesem Zustand sind nur die im Cache gespeicherten Seiten zugänglich. Dafür ist aber keine Internet-Verbindung erforderlich. Wenn Ihr Internet-Zugang also nach Zeit abgerechnet wird, bietet der Offline-Modus eine Möglichkeit, kostengünstig bereits besuchte Seiten nochmals in Ruhe zu lesen.

Proxy-Cache: Viele große Netzwerke und insbesondere fast alle Internet-Provider verwalten darüber hinaus einen Proxy-Cache, der im Prinzip dieselbe Aufgabe wie ein lokaler Cache übernimmt, nur für mehrere Benutzer gleichzeitig. Wenn ein zweiter Benutzer auf dasselbe WWW-Dokument wie der erste zugreift, wird die Proxy-Kopie verwendet. Der Proxy-Cache vermindert also nicht die Datenmenge, die zu Ihrem Rechner übertragen wird; er vermindert aber den Datenfluss zwischen Ihrem Internet-Server und dem Rest der Welt und verringert so Wartezeiten für oft benutzte Dokumente.

Damit ein Proxy-Cache verwendet wird, muss der Webbrowser entsprechend konfiguriert werden: Anstatt Webdokumente direkt aus dem Internet anzufordern, muss nun der Proxy-Cache des Providers kontaktiert werden. Alle Webbrowser sehen eine derartige Einstellmöglichkeit vor.

Eine besondere Variante eines Proxys bietet das Programm `wwwoffline`: Wenn es lokal auf dem Rechner eingerichtet wird, können einmal besuchte Webseiten zu einem späteren Zeitpunkt nochmals gelesen werden, ohne dass eine Internet-Verbindung besteht. Das Programm kann auch zuvor markierte Webdokumente oder -verzeichnisse auf einen Rutsch übertragen und so die Zeit minimieren, während der eine Telefonverbindung zum

Internet besteht. Mehr Informationen zu diesem Kosten sparenden Zusatzprogramm finden Sie auf Seite 699.

VERWEIS

Zur Einrichtung professioneller Proxy-Caches wird unter Linux zumeist `squid` eingesetzt. Dieses Programm eignet sich im Gegensatz zu `wwwoffle` weniger für eine Offline-Konfiguration, kann dafür aber zahlreiche andere Aufgaben übernehmen. Einige Hinweise zur Installation dieses Programms finden Sie auf Seite 787.

Browser-Überblick

Zur Orientierung ist es sinnvoll, sich zuerst einen Überblick über die reiche Browser-Auswahl unter Linux zu verschaffen:

- **Netscape 4.n:** Dieser Browser war jahrelang der Default-Browser fast aller Linux-Distributionen. Nicht, weil das Programm mit seinen vielen Inkompatibilitäten gegenüber dem HTML-Standard so toll wäre, sondern weil es lange Zeit einfach keine Alternative gab.
- **Netscape 6.n, Mozilla und Gecko:** Nachdem die Firma Netscape (nunmehr AOL) den Quellcode von Netscape zur Weiterentwicklung freigegeben hatte, entschieden sich die Entwickler für einen radikalen Schnitt und begannen den Code vollständig fast neu zu schreiben.

Das Ergebnis ist zum einen die so genannte Render-Engine Gecko. Gecko ist der Programmteil, der für die Darstellung von HTML-Seiten am Bildschirm zuständig ist. Gecko wird mittlerweile von ziemlich vielen anderen Webbrowsern intern eingesetzt.

Zum anderen sind aus dem Netscape/Mozilla-Projekt zwei relativ ähnliche Webbrowser entstanden, Netscape 6.n und Mozilla. Beide Programme basieren natürlich auf Gecko. Obwohl beide Browser kostenlos sind, kann man Netscape als die kommerzielle Variante bezeichnen: In das Programm wurden diverse AOL-spezifische Erweiterungen eingebaut. Für den Endanwender ist Netscape insofern attraktiv, als mit der Vollversion Java- und Flash-Plugins gleich mitinstalliert werden. Mozilla enthält dagegen kein kommerzielles Beiwerk, dafür einige andere Ergänzungen (z. B. einen IRC-Client). Open-Source-Puristen werden Mozilla bevorzugen.

- **Konqueror:** Dieser KDE-Universal-Browser basiert auf KHTML, also dem HTML-Renderer des KDE-Projekts. Der Hauptvorteil des Programms besteht in der guten Integration in den KDE-Desktop.
- **Nautilus:** Der Gnome-Browser basiert zwar auf Gecko, ist aber mangels Plugin-, JavaScript- und Java-Unterstützung kein vollwertiger Webbrowser.
- **Galeon:** Der zurzeit interessanteste Gnome-Webbrowser ist Galeon. Das Programm basiert wie Netscape 6.n und Mozilla auf der Rendering-Engine Gecko. Damit enden die Ähnlichkeiten aber auch schon. Das Programm zeichnet sich durch eine schlanke Oberfläche aus, es gibt es kaum Zusatzfunktionen. Galeon benötigt deswegen weniger Speicher und führt viele Operationen deutlich schneller aus. Leider merkt man Galeon

an, dass das Programm noch sehr in der Entwicklung ist. Die getestete Version (0.11.2) erwies sich als ziemlich absturzfreadig. Die Galeon-Website finden Sie unter:

<http://galeon.sourceforge.net>

- **Opera:** Opera ist ein kommerzieller Webbrowser. Es gibt eine kostenlose Version, die allerdings Werbefbanner einblendet. Der Hauptvorteil des Programms besteht darin, dass es klein und schnell ist.
- **Lynx:** Dieses Programm nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als dass es sich um ein reines Textprogramm handelt. Das ist gleichzeitig auch sein größter Vorteil: Das Programm kann in einer Textkonsole verwendet werden und bietet zudem eine gute Möglichkeit, HTML-Code in das Textformat umzuwandeln.

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Eigenschaften der Browser zusammen. Die zweite Zeile gibt die getestete Version an. Manche Funktionen stehen in älteren Versionen noch nicht zur Verfügung.

	Netscape 4.n	Netscape 6.n	Mozilla	Galeon	Konqueror	Opera	Lynx
Version	4.78	6.1	0.93	0.11	2.2	5.05	2.8
Engine	eigene	Gecko	Gecko	Gecko	KHTML	eigene	eigene
JavaScript	eigene	Gecko	Gecko	Gecko	KJS	eigene	–
Java	intern 1.1	Plugin	Plugin	Plugin	Plugin	Plugin	–
Mail	•	•	•	–	–	–	–
News	•	•	•	–	–	–	•
Plugins	•	•	•	•	•	•	–
Offline	–	•	•	–	•	•	–

Es ist unmöglich, hier eine Empfehlung für einen bestimmten Browser zu geben. Keines der vorgestellten Programme ist perfekt. Bei allen Browsern habe ich fehlerhaft dargestellte Webseiten, falsch oder gar nicht ausgeführten JavaScript-Code und leider auch Abstürze erlebt. Persönlich arbeite ich zurzeit meistens mit konqueror. Wenn dieses Programm versagt (was leider gar nicht so selten vorkommt), versuche ich mein Glück mit Netscape 4.n oder der aktuellen Mozilla-Version. Hilft auch das nichts, verzichte ich auf die Seite oder sehe sie mir unter Windows an.

HINWEIS

Leider kommt es immer wieder vor, dass Browser abstürzen, nicht mehr reagieren, die gesamte CPU-Kapazität beanspruchen etc. Auf Seite 302 finden Sie einige Tipps, wie Sie derart außer Kontrolle geratene Programme gewaltsam beenden können.

Netscape Communicator 4.n

Der Netscape Communicator (Version 4.n) war lange Zeit der Standard-Browser für alle Unix- und Linux-Systeme. Das Programm zeichnet sich zwar durch geringe Stabilität und mangelnde Konformität zu HTML-Standards aus, spielt aber noch immer eine große Rolle: zum einen, weil es bei fast allen Linux-Distributionen per Default installiert wird, zum anderen, weil es im Vergleich zu den moderneren Browsern relativ klein und schnell ist. Praktisch ist auch der integrierte Java-Interpreter (der allerdings nur mit Java-1.1-Applets zurechtkommt).

Beim ersten Start wird nach der Anzeige diverser Copyright-Meldungen und Warnungen das Verzeichnis `~/netscape` angelegt, in dem lokale Konfigurationsdaten, Bookmarks und zwischengespeicherte Dateien (Cache) gespeichert werden.

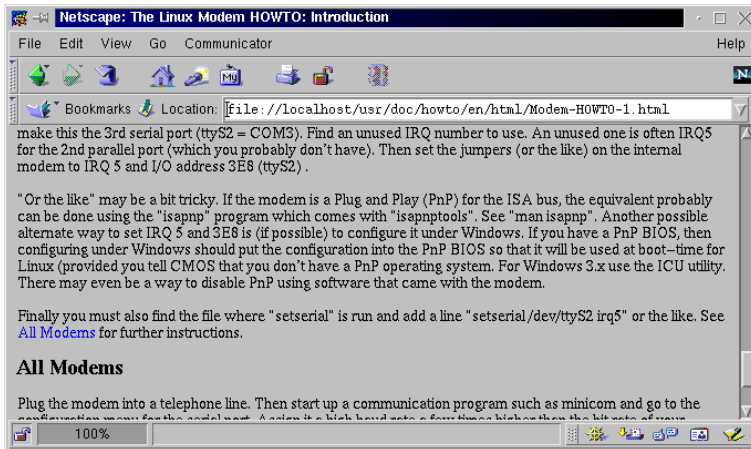


Abbildung 16.1: Eine WWW-Seite im Netscape Communicator

Besonderheiten

Dateien auf den Rechner übertragen: Wenn Sie die Datei, auf die ein Link verweist, nicht anzeigen, sondern auf Ihren Rechner übertragen möchten, können Sie den Link mit der rechten Maustaste anklicken. Durch das Kommando `SAVE LINK AS` wird eine Dateiauswahlbox geöffnet, in der Sie angeben können, in welchem Verzeichnis und unter welchem Namen die Datei gespeichert werden soll.

Smart Browsing: Seit Version 4.5 kennt Netscape eine neue Funktion: Wenn Sie den Button `WHAT'S RELATED` anklicken, bietet das Programm Ihnen eine Auswahl von Webseiten an, die der aktuellen Seite ähneln. Diese Funktion ist allerdings nicht unumstritten. Damit sie funktioniert, speichert Netscape auf dem AOL-Server eine Liste aller Webseiten, die Sie besuchen. Vom Standpunkt des Datenschutzes aus betrachtet ist das zumindest ein zweifelhaftes Vorgehen. Wenn Sie diesbezüglich Bedenken haben, können Sie die Funktion in der Kategorie `NAVIGATOR|SMART BROWSING` leicht deaktivieren.

Locking-Datei: Wenn Netscape abstürzt oder gewaltsam beendet wird, hinterlässt es die Datei `~/netscape/lock`. Diese Datei muss gelöscht werden, bevor das Programm erneut gestartet werden kann.

Netscape 6.n, Mozilla

Netscape 6 und Mozilla sind keine Weiterentwicklung von Netscape 4.n, sondern es handelt sich bei ihnen um eine komplette Neuentwicklung. Das Fundament für diese Ent-

wicklung wurde bereits im Herbst 1997 gelegt, als der Netscape-Quellcode frei verfügbar gemacht wurde.

Beide Programme sind sich sehr ähnlich: Sie verwenden nicht nur dieselbe Rendering-Engine (Gecko), sondern auch Menüs, Konfigurationsdialoge etc. sind bis auf Details identisch. Die Programme werden deshalb hier gemeinsam beschrieben.

Während sich Netscape 6.0 als instabil und weitgehend unbrauchbar erwiesen hat, genießt die für dieses Buch getestete Version 6.1 schon einen besseren Ruf. Der größte Vorteil von Netscape besteht darin, dass es alle erdenklichen Internet-Funktionen in einem einzigen Programm vereint: neben Web-, E-Mail- und News-Funktionen enthält die Vollversion auch den AOL Instant Messenger, das Sun-Java-2-Plugin (Version 1.3), das Macromedia-Flash-Plugin sowie einen HTML-Editor (Composer). Daraus ergeben sich allerdings auch Nachteile: Das Programm benötigt eine Menge Speicher, und wenn Sie sich die aktuelle Version selbst aus dem Internet besorgen möchten, brauchen Sie auch einiges an Geduld: Weit über 20 MByte Daten müssen heruntergeladen werden.

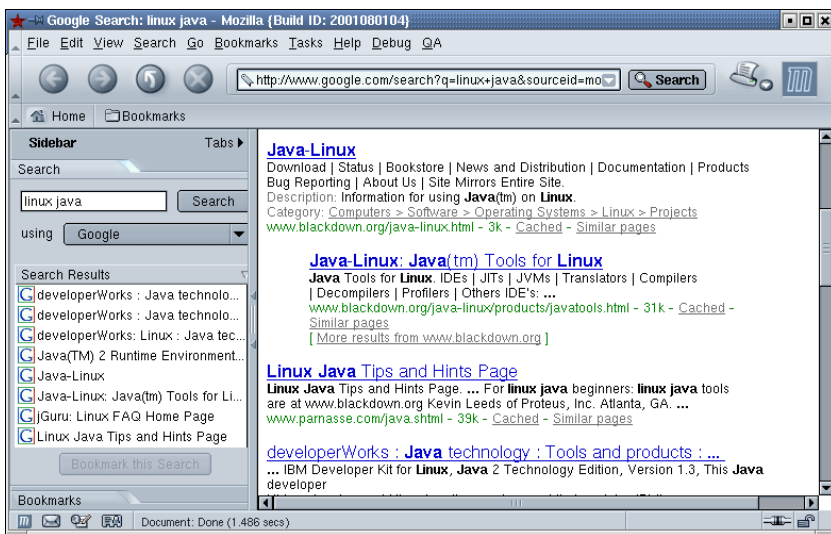


Abbildung 16.2: Mozilla mit Sidebar

Mozilla ist die nicht-kommerzielle Variante zu Netscape. Das Programm bietet neben den Web-Grundfunktionen einen E-Mail- und News-Reader, einen HTML-Editor sowie außerdem ein Modul für IRC-Chats (Internet Relay Chat). Plugins werden per Default keine installiert, die Plugin-Verwaltung ist aber mit der von Netscape 6.n identisch. Für dieses Kapitel habe ich Version 0.93 getestet. (Diese Versionsnummer bringt zum Ausdruck, dass die Entwickler Mozilla noch nicht als endgültig ausgereift betrachten.)

VERWEIS

Zu beiden Programmen gibt es natürlich eigene Websites mit Download-Möglichkeiten und einer Menge Dokumentation:

`http://www.netscape.com`
`http://www.mozilla.org`

HINWEIS

Der gleichzeitige Betrieb beider Programme ist problematisch. Beide Programme speichern Ihre Konfigurationsdateien im Verzeichnis `~/.mozilla`, wobei es offensichtlich Inkompatibilitäten gibt. Wenn Sie beide Programme parallel verwenden möchten, müssen Sie zwei `.mozilla`-Verzeichnisse verwalten und diese vor dem Start des jeweiligen Programms umbenennen.

Download und Installation: Netscape 6.*n* wird momentan nur mit wenigen Distributionen mitgeliefert, und bei Mozilla ist die mitgelieferte Version meist veraltet. Daher lohnt sich oft eine eigene Installation. Auf den oben angegebenen Websites finden Sie jeweils Download-Links zu einem Installationsprogramm. Entpacken Sie dieses Archiv mit `tar xzf` und starten Sie dann als `root` das Programm `netscape-installer` bzw. `mozilla-installer`. Das Programm kümmert sich dann um die korrekte Übertragung aller Dateien sowie um deren Installation (per Default in das Verzeichnis `/usr/local/netscape` bzw. `/usr/local/mozilla`). Zum Start führen Sie eines der beiden folgenden Kommandos aus:

```
user$ /usr/local/netscape/netscape &  
user$ /usr/local/mozilla/mozilla &
```

Besonderheiten

Benutzeroberfläche: Bei beiden Programmen kann die Benutzeroberfläche zwischen einem klassischen und einem modernen Thema (d. h. Layout) umgestellt werden. Im einen Fall sieht das Programm so ähnlich wie Netscape 4.*n* aus, im anderen Fall etwas moderner. (Sie finden die Einstellungsmöglichkeit im riesigen Konfigurationsdialog: `EDIT|PREFERENCES|APPEARANCE|THEMES`.)

Sidebar: Zur Verwaltung der Bookmarks, aber auch für eine Reihe von Zusatzfunktionen dient eine so genannte Sidebar, die mit `(F9)` rasch ein- und ausgeblendet werden kann. Die Sidebar erscheint unter anderem auch dann automatisch, wenn eine Internet-Suche mit einer der bekannten Suchmaschinen durchgeführt wird. (Wenn Sie dieses automatische Einblenden abstellen möchten, finden Sie die entsprechende Option im Konfigurationsdialog: `NAVIGATOR|INTERNET SEARCH`. Dort können Sie auch die Default-Suchmaschine des Programms einstellen.)

Die Inhalte der Sidebar können Sie mit `TABS|CUSTOMIZE SIDEBAR` organisieren. Erfahrene Internet-Anwender werden hier wahrscheinlich als Erstes eine Aufräumaktion starten und die zahllosen vordefinierten (bei Netscape meist kommerziellen) Kategorien und Bookmarks löschen.

Formulardaten und Login-Passwörter: Beide Programme sind in der Lage, sich wiederkehrende Formulardaten und Login-Passwörter zu merken. Die entsprechenden Einstellungsmöglichkeiten finden Sie im Konfigurationsdialog: `PRIVACY AND SECURITY|FORMS` bzw. `-|WEB PASSWORDS`.

Smart Browsing: Diese Funktion haben Netscape 6 und Mozilla von Netscape 4.*n* geerbt. (Eine Kurzbeschreibung finden Sie im vorangegangenen Abschnitt.)

Besondere Adressen: Wenn Sie die Adresse `about:plugins` eingeben, zeigt das Programm eine Liste aller installierten Plugins an. `about:cache` führt zu einer Liste aller Dateien, die auf der Festplatte zwischengespeichert sind.

Konqueror

konqueror ist seit KDE 2.0 integrativer Bestandteil des KDE-Desktops. Das Programm ist ein Universal-Browser (lokale Dateien, FTP, Web etc.). An dieser Stelle werden nur einige Besonderheiten bei der Verwendung als Webbrowser beschrieben. Allgemeine Informationen zu konqueror finden Sie auf Seite 548.

TIPP

Wenn Sie den konqueror ursprünglich als Dateimanager gestartet haben, stört beim Surfen der Verzeichnisbaum im linken Fensterbereich. Um ihn zu schließen, führen Sie das Kommando `FENSTER|SEITENLEISTE` aus.

Wenn Sie den Verzeichnisbaum öfter entfernen bzw. wieder aktivieren möchten, können Sie dazu auch den Button `SEITENLEISTE ANZEIGEN` verwenden. Dieser Button befindet sich in der `EXTRA`-Werkzeugleiste, die über das `EINSTELLUNGS-`Menü angezeigt werden kann.

Besonderheiten

Inhalt des Adressfelds löschen: Der Button in Form eines schwarzen X in der Adressleiste löscht deren Inhalt. Das klingt banal, ist in Wirklichkeit aber unglaublich praktisch: Sie können eine Webadresse mit der Maus markieren, per Mausklick auf das X die bisherige Adresse im Adressfeld löschen und dann per Klick mit der mittleren Maustaste den markierten Text einfügen. (Bei anderen Webbrowsern ist der bisherige Inhalt im Adressfeld dagegen immer im Weg und muss mühsam gelöscht werden.)

Startseite einstellen: Bei allen anderen Webbrowsern gibt es im Konfigurationsdialog eine einfache Möglichkeit, die Startseite einzustellen. Beim konqueror ist die Vorgehensweise weniger einleuchtend. Sie müssen zuerst die gewünschte Seite anzeigen (`about:blank`, falls Sie eine leere Seite sehen möchten). Anschließend speichern Sie die Adresse mit `FENSTER|ANSICHTSPROFIL WEBBROWSER SPEICHERN`.

Offline-Modus: Auch die Einstellungsmöglichkeit für den Offline-Modus ist gut versteckt. Sie können den Modus mit `EXTRAS|HTML-EINSTELLUNGEN|ZWISCHENSPEICHER-REGELUNG|OFFLINE-MODUS` ein- und ausschalten.

Gecko statt KHTML: `konqueror` verwendet zur Darstellung von Webseiten den HTML-Renderer KHTML. Seit Version 2.2 können Sie stattdessen auch Gecko verwenden. Dazu führen Sie das Kommando `ANSICHT|ANZEIGEMODUS|KMOZILLA` aus. Ganz stabil ist diese Funktion allerdings noch nicht, d. h. Abstürze sind nicht ausgeschlossen. Beachten Sie auch, dass viele Zusatzkommandos im `TOOLS`-Menü nur im KHTML-Modus zur Verfügung stehen und dass auch die meisten Einstellungen im `konqueror`-Konfigurationsdialog nur für den KHTML-Modus gültig sind.

Popup-Fenster abstellen: Wen die Popup-Fenster ärgern, die bei manchen Websites wie Pilze aus dem Boden sprießen, der findet im Konfigurationsdialog `KONQUEROR BROWSER|JAVASCRIPT` eine ausgesprochen praktische Option: Dort ist es möglich, Popup-Fenster zu abzuschalten, ohne JavaScript gleich ganz zu deaktivieren.

Übersetzung von Webseiten: Ein nettes Feature (ab Version 2.2) ist das Kommando `EXTRAS|WEBSEITE ÜBERSETZEN`. `konqueror` führt die Übersetzung (z. B. Englisch → Deutsch) natürlich nicht selbst durch, sondern leitet die Seite an Babel Fish weiter (eine Website, die sich auf die Übersetzung von HTML-Dokumenten spezialisiert hat). Das Ergebnis ist zwar meistens erheiternd, aber man kann zumindest erraten, worum es auf der Webseite geht.

Schnellsuche: Für einzelne Websites (z. B. für Suchmaschinen) können Abkürzungen definiert werden. Wenn Sie beispielsweise als Adresse `gg:abc` eingeben, wird bei `www.google.com` eine Suche nach dem Begriff `abc` durchgeführt. Mit `EINSTELLUNGEN|KONQUEROR EINRICHTEN|ERWEITERTES WEBBROWSEN` gelangen Sie in einen Dialog, der alle bereits definierten Abkürzungen enthält. Sie können die Abkürzungsliste natürlich auch durch eigene Kürzel ergänzen. (Bei KDE 2.1 kann nur ein Begriff an Suchmaschinen übergeben werden. Diese Einschränkung ist in KDE 2.2 aufgehoben worden.)

Textgröße bei der Darstellung von Textdateien: Generell können Sie die gewünschte Textgröße im Konfigurationsdialog einstellen. Gelegentlich verweisen Links von Webseiten aber nicht auf andere HTML-Dokumente, sondern auf einfache Textdateien (ASCII-Dateien). Derartige Dokumente werden nicht direkt von `konqueror` dargestellt, sondern bei KDE 2.1 von `kedit`, bei KDE 2.2 von `kate`. Deswegen werden hierfür die `konqueror`-Font-Einstellungen ignoriert. Wenn Sie also möchten, dass Textdateien in einer größeren Schrift angezeigt werden, starten Sie `kedit` oder `kate` und verändern dessen Font-Einstellungen.

Webseite als Archiv speichern: Ab Version 2.2 können Sie mit `EXTRAS|WEBSEITE ARCHIVIEREN` Dateien einer Webseite in einem komprimierten `*.tgz`-Archiv speichern (d. h. alle Frame-Seiten, alle Bilder etc. – einfach alles, was notwendig ist, um die Seite exakt so darzustellen, wie dies momentan der Fall ist).

Timeout-Zeiten einstellen: Ab Version 2.2 können Sie die Timeout-Zeiten, nach denen `konqueror` eine Verbindung als unterbrochen betrachtet, im Konfigurationsdialog einstellen. Wenn Sie mit Version 2.1 arbeiten, müssen Sie die folgenden Zeilen am Beginn von `~/ .kde[2] /share/config/kioslaverc` einfügen. (Alle Zeiten werden in Sekunden angegeben.) Meistens reicht es aus, `ResponseTimeout` zu vergrößern. (Der Defaultwert beträgt nur 15 Sekunden.)

```
# am Beginn von ~/.kde[2]/share/config/kioslaverc
ConnectTimeout=60      // Zeitspanne für Reaktion beim
                        // Verbindungsaufbau
ProxyConnectTimeout=60 // wie oben, aber bei Verbindung über Proxy
ResponseTimeout=60     // Zeitspanne bis zum Beginn einer Antwort
                        // auf eine HTML-Anfrage
ReadTimeout=60         // Zeitraum, während dessen die Daten einer
                        // Seite übertragen werden
```

TIPP

konqueror zeichnet sich leider nicht durch eine besonders hohe Stabilität aus. Deswegen ist es empfehlenswert, neue Browserfenster jeweils durch einen Neustart des Programms zu starten (und nicht durch die Tastenkombinationen **(Strg)+(N)** oder **(Strg)+(D)**). Das ist zwar langsamer und beansprucht mehr RAM, aber dafür können Sie jedes Browserfenster für sich mit `xkill` beenden, ohne dass alle anderen Browserfenster in Mitleidenschaft gezogen werden.

Opera

Die Firma Opera tritt mit dem Anspruch an, einen schlanken und schnellen Webbrowser anzubieten. Das Programm ist zwar kostenlos verfügbar, zeigt aber ständig Werbefbanner an. Wenn Sie diese Werbefbanner loswerden möchten, müssen Sie das Programm registrieren (zurzeit für \$ 39). Für dieses Kapitel habe ich die Version 5.05 getestet.

Die Download-Dateien für Opera finden Sie unter <http://www.opera.com>. Sie können dort zwischen zwei Versionen wählen: Die eine Version ist statisch mit der QT-Bibliothek gelinkt, die andere verwendet dynamisches Linking. Das hat den Vorteil, dass der Speicherbedarf geringer ist, allerdings muss die richtige QT-Version auf Ihrem Rechner installiert werden. Unkomplizierter ist daher die Verwendung der statischen Version, wobei der Download-Umfang auch in diesem Fall nur 3 MByte beträgt. Opera ist als DEB-, RPM- und TGZ-Paket verfügbar. Die RPM-Variante lässt sich mit `rpm -i` problemlos installieren und funktioniert auf Anhieb. Das Programm erzeugt beim ersten Start das Verzeichnis `~/ .opera`, in dem es alle Konfigurations- und Cache-Dateien speichert.

Besonderheiten

MDI-Oberfläche: Wenn Sie mehrere Seiten gleichzeitig öffnen, erscheinen diese nicht in unabhängigen Fenstern, sondern in Teilfenstern innerhalb eines Hauptfensters. Diese Art der Benutzeroberfläche wird üblicherweise als MDI (*Multiple Document Interface*) bezeichnet. Zum Fensterwechsel können Sie die dafür vorgesehene Fensterleiste oder die Tastenkombination **(Strg)+(Tab)** verwenden. Wenn diese Tastenkombination nicht funktioniert (weil sie etwa in KDE vom Window Manager verwendet wird), können Sie stattdessen mit **①** und **②** durch die Fenster springen.

Die MDI-Oberfläche ist zwar gewöhnungsbedürftig, hat aber durchaus ihre Vorteile. So speichert Opera beim Beenden die Adressen aller offenen Fenster und öffnet beim nächsten Start alle Fenster wieder.

Zoom-Faktor: Bei allen Webbrowsern können Sie die Schriftgröße konfigurieren, aber bei keinem Programm funktioniert das so unkompliziert wie bei Opera. Wenn Ihnen die Schrift bei einer Website zu groß oder zu klein ist, ändern Sie einfach den Zoomfaktor.

Anti-Aliasing: Opera profitiert wie jedes QT-Programm von den Anti-Aliasing-Funktionen der QT-Bibliothek. Allerdings funktioniert das zurzeit nur mit der dynamisch gelinkten Version von Opera. Außerdem kann es sein, dass Sie im Konfigurationsdialog den gewünschten Standard-Font neu einstellen müssen: FILE|PREFERENCES|DOCUMENT|APPEARANCE|USER FONTS|NORMAL.

Transfer-Manager: Wenn Sie mit Opera Dateien auf Ihren Rechner herunterladen, wird dazu ein eigenes Transfer-Fenster geöffnet. Dieses Fenster gibt einen guten Überblick über alle aktiven Downloads und ermöglicht es, eine unterbrochene Übertragung fortzusetzen.

Besondere Adressen: Die Adresse `opera:history` zeigt an, welche Seiten während der letzten Tage besucht wurden. `opera:cache` zeigt die auf der Festplatte zwischengespeicherten Dateien an. `opera:plugins` sollte zu einer Liste aller installierten Plugins weiterleiten – das hat bei Version 5.05 allerdings nicht funktioniert. Sie finden eine vergleichbare Liste aber im Konfigurationsdialog (APPLICATIONS|PLUGINS).

Schnellsuche: Wenn Sie in der Adressleiste `g` `suchbegriff` eingeben, übergibt Opera den Suchbegriff an Google und zeigt die Suchergebnisse an. Ähnliche Kürzel sind für einige weitere Suchmaschinen vordefiniert. Weitere Kürzel können Sie im Konfigurationsdialog ändern (NETWORK|SEARCH).

TIPP

Opera lässt sich fast vollständig per Tastatur steuern und bietet dazu eine schier endlose Fülle von Tastenkürzeln. Wenn Sie lieber per Tastatur als per Maus surfen, werfen Sie einen Blick auf diese Seite:

<http://www.opera.com/linux/keyboard.html>

Lynx

Lynx hat gegenüber anderen WWW-Browsern einen großen Vorteil: Es läuft im Textmodus. Diesen Vorteil betrachten viele Anwender als Nachteil, weil deswegen viele Merkmale des WWW natürlich wegfallen (Textattribute, Bilder, Animationen). Dafür ist Lynx aber sehr genügsam, was den Verbrauch von Speicher und Rechenkapazität angeht, und es setzt keine X-Installation voraus. Das Programm ist auch ideal dazu geeignet, rasch Online-Dokumentation im HTML-Format zu lesen.

Die Bedienung von Lynx ist einfach: Im Regelfall wird das Programm mit der Angabe einer WWW-Adresse oder eines Namens einer HTML-Datei gestartet. Lynx lädt das Dokument und zeigt die erste Seite an. Anschließend gelten die folgenden Tastenkürzel:

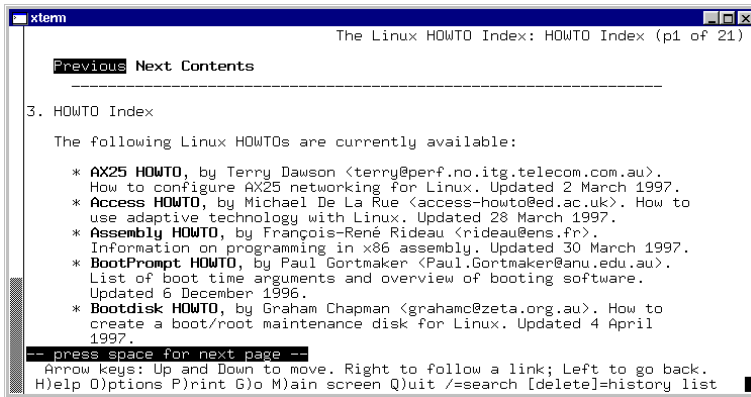


Abbildung 16.3: Lynx – HTML-Dateien im Textmodus lesen

Lynx-Tastenkürzel

Bild ↑, Bild ↓	Cursor eine Seite auf/ab
Einf g, Entf	Cursor um zwei Zeilen auf/ab
↑, ↓	Cursor zum vorigen/nächsten Querverweis
←, →	Einem Querverweis folgen
←	Zurück zum letzten Dokument
Backspace	Liste der bisher angezeigten Dokumente anzeigen
/	Text im aktuellen Dokument suchen
A	Verweis auf das Dokument in die Bookmark-Liste einfügen (wird in der Datei <code>~/lynx_bookmarks.html</code> gespeichert)
D	Dokument auf den Rechner übertragen
E	Editor starten
G	WWW-Adresse per Tastatur eingeben
K	Alle verfügbaren Tastenkürzel anzeigen
O	Einstellung von Optionen
V	Bookmark-Liste anzeigen

Lynx kann durch die Angabe eines Verzeichnisses gestartet werden: Das Programm zeigt dann eine Liste aller darin enthaltenen Dateien und Unterverzeichnisse an, die wie Querverweise ausgewählt werden können. Textdateien im ASCII-Format können direkt in Lynx angezeigt werden.

Neuere Versionen von Lynx zeigen Überschriften und Links in unterschiedlichen Farben an und können per Maus bedient werden. (Mit der linken Taste folgen Sie einem Link, die rechte Taste führt zur vorherigen Seite zurück.) Diese Funktionen können mit den Optionen `-color` und `-use_mouse` aktiviert werden.

Lynx hat noch eine weitere Funktion: Das Programm kann als Konverter HTML → ASCII verwendet werden und so HTML-Dokumente in eine gut lesbare Textdatei verwandeln. Das folgende Kommando demonstriert diese Anwendung:

```
user$ lynx -dump quelle.html > ziel.txt
```

TIPP

Zu Lynx existiert ein ausführlicher man-Text. `lynx -help` gibt einen Überblick über die verfügbaren Kommandooptionen. Im Betrieb kann mit **(K)** eine Liste der Tastaturkommandos angezeigt werden. Mit **(H)** oder **(?)** wird die Hilfe aufgerufen – allerdings werden die Hilfetexte über das Netz gelesen. Wenn Sie Lynx nur zum Lesen lokaler Dateien verwenden und keine Netzverbindung haben, können Sie diese Hilfefunktion nicht nutzen.

16.2 Web-Plugins und Java

Plugins

Plugins sind Erweiterungen des Webbrowsers. Sie dienen dazu, Audio-Daten abzuspielen, Animationen oder speziell codierte Dokumente (beispielsweise PDF) anzuzeigen etc. An sich sind Plugins also eine nützliche Sache. Leider bereiten die Installation und die Anwendung unter Linux sehr häufig Probleme.

VERWEIS

Plugins werden sehr oft auch dazu verwendet, um einen Java-Interpreter in den Browser zu integrieren. Es gibt aber auch andere Wege, einen Browser Java-kompatibel zu machen. Mehr Informationen zu Java gibt der nächste Abschnitt.

Die meisten für Linux verfügbaren Plugins sind zu Netscape 4.*n* kompatibel. Es gibt zwar auch andere Plugin-Formate (z. B. eines, das durch Mozilla bzw. Netscape 6.*n* definiert wurde), unter Linux hat bisher aber keines eine nennenswerte Verbreitung gefunden. (Unter Windows basieren Plugins oft auf der von Microsoft definierten ActiveX-Technologie. Es gibt Versuche, derartige Plugins im *konqueror* zu unterstützen. Zurzeit befinden sich diese Tests aber in einer frühen Phase, und es ist schwer zu sagen, ob dieses Konzept in Zukunft eine ausreichende Stabilität erreicht, um praxistauglich zu werden.)

Motif-Bibliothek: Eine Eigenheit von Netscape 4.*n* besteht darin, dass intern die (statisch gelinkte) Motif-Bibliothek zum Einsatz kommt. Bei Netscape 6.*n* ist das nicht mehr der Fall, ebenso wenig bei allen anderen modernen Browsern. Aber ganz egal, welchen Browser Sie verwenden: Zur Ausführung von Netscape-4.*n*-Plugins muss aus Kompatibilitätsgründen eine Motif-Bibliothek (Datei `libXM.so`) zur Verfügung stehen! Aus diesem Grund muss eines der beiden folgenden Pakete installiert werden: `lesstif` oder `openmotif`. Bei den meisten Distributionen wird zumindest eines dieser Pakete mitgeliefert. Andernfalls finden Sie hier Download-Adressen für mehrere Distributionen:

<http://www.opera.com/linux/docs/plugins/motif.html>

Browser-Konfiguration

Netscape 4.n/6.n, Mozilla: Bei diesen Browsern gibt es jeweils ein globales Plugin-Verzeichnis (üblicherweise `/usr/lib/netscape/plugins` bzw. `/usr/lib/mozilla/plugins`). Alle dort installierten Plugins werden automatisch erkannt. Sie können sich davon mit `about:plugins` überzeugen: Der Browser sollte nun eine Liste aller Plugins samt deren MIME-Informationen anzeigen.

Konqueror: Der KDE-Browser ist in der Lage, an einem anderen Ort installierte Netscape-Plugins auszuführen. Dazu müssen zum einen Plugins im Konfigurationsdialog **KONQUEROR BROWSER|PLUGINS** aktiviert werden. Zum anderen muss im Dialogblatt **NETSCAPE PLUGINS|SUCHEN** der Button **NACH NEUEN PLUGINS SUCHEN** angeklickt werden. **konqueror** durchsucht nun alle im darunter liegenden Listenfeld angegebenen Verzeichnisse nach Plugins. Das Ergebnis der Suche können Sie im Dialogblatt **PLUGINS** betrachten. Wenn dort Plugins fehlen, von denen Sie wissen, dass sie installiert sind, müssen Sie zusätzliche Plugin-Verzeichnisse angeben.

TIPP

Bei manchen Distributionen befindet sich die Plugin-Unterstützung für **konqueror** in einem eigenen Paket (bei Mandrake z. B. in `kdebase-nsplugins`), das separat installiert werden muss!

Beachten Sie, dass die hier beschriebene Vorgehensweise nicht für Java-Plugins gilt! Java wird von **konqueror** durch den KDE Java Applet Server (KJAS) unterstützt, dessen Konfiguration im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

Opera: Seit Version 5.05 sollte Opera mit Netscape-kompatiblen Plugins zurechtkommen, sofern eine Motif-Bibliothek installiert ist (siehe oben). Ob die Bibliothek verfügbar ist, können Sie mit dem folgenden Kommando feststellen. Wenn es ohne Fehlermeldungen ausgeführt wird, ist alles in Ordnung.

```
root# ldd /usr/lib/opera/plugins/openmotifwrapper
```

Im zweiten Schritt müssen Sie Opera den Ort der Plugins verraten. Der einfachste Weg besteht darin, das Opera-Start-Skript (`which opera`) so zu ändern, dass die Plugin-Verzeichnisse anderer Webbrowser (z. B. Mozilla) berücksichtigt werden. Die andere Variante besteht darin, die Plugin-Dateien in das dafür vorgesehene Opera-Verzeichnis zu kopieren (zumeist `/usr/lib/opera/plugins`). Egal, für welche Variante Sie sich entscheiden – alle gefundenen Plugins sollten im Konfigurationsdialog **APPLICATIONS|PLUGINS** angezeigt werden. Falls es nicht klappt, finden Sie hier detaillierte Anweisungen:

<http://www.opera.com/linux/docs/plugins/instplug.html>

Das Flash-Plugin von Macromedia

Zu den populärsten Plugins, die unter Linux zur Verfügung stehen, zählt Macromedia Flash zur Anzeige von Animationen. Download-Dateien finden Sie hier:

<http://www.macromedia.com/shockwave/download>

Zur Installation entpacken Sie das Archiv und kopieren die Dateien `libflash-player.so` und `ShockwaveFlash.class` in das Plugin-Verzeichnis Ihres Browsers (hier für eine Mozilla-Installation):

```
root# tar xzf flash_linux.tar.gz
root# cd flash_linux
root# cp libflashplayer.so /usr/local/mozilla/plugins
root# cp ShockwaveFlash.class /usr/local/mozilla/plugins
```

Der Browser muss anschließend neu gestartet werden.

Um auszuprobieren, ob die Installation erfolgreich war, besuchen Sie am besten die folgende Seite:

<http://www.macromedia.com/shockwave/welcome/>

HINWEIS

Mit dieser Seite werden gleich zwei Macromedia-Plugins getestet: Shockwave- und Flash. Beachten Sie bitte, dass das für Linux verfügbare Flash-5-Plugin zwar den MIME-Type `application/x-shockwave-flash` (Flash) unterstützt, nicht aber `application/x-director` (Shockwave). Aus diesem Grund liefert die obige Seite eine Fehlermeldung (Shockwave-Plugin fehlt), selbst wenn das Flash-Plugin funktioniert. Für die Shockwave-Animationen würden Sie das Shockwave-Plugin benötigen, das zurzeit aber nur für Windows und MacOS verfügbar ist.

Das RealPlayer-Plugin von RealNetworks

RealPlayer ist insofern ein untypisches Plugin, als das Programm nicht innerhalb des Browser-Fensters ausgeführt wird, sondern in einem eigenen Fenster. Das Programm wird ab Seite 1000 in einem eigenen Kapitel zum Thema Sound und Audio beschrieben.

VERWEIS

Bei der Installation werden die Plugin-Dateien `raclass.zip` und `rpnp.so` in die Verzeichnisse `/usr/lib/netscape/plugins` und `/usr/local/netscape/plugins` kopiert. Gegebenenfalls müssen Sie die Dateien von dort in ein anderes Verzeichnis kopieren (z. B. für Mozilla). Allerdings müssen Sie in diesem Fall die MIME-Konfiguration selbst durchführen.

Wenn es nicht funktioniert

Allzu oft passiert es, dass Plugins trotz erfolgreicher Installation nicht funktionieren. Fehlermeldungen werden dabei selten auftreten – der Browser zeigt die Seite einfach falsch an oder fordert Sie bestenfalls dazu auf, ein Plugin zu installieren (obwohl es ja schon vorhanden ist). Die folgende Liste zählt einige mögliche Ursachen auf:

- **Installationsverzeichnis:** Überprüfen Sie, dass Sie das Plugin in das richtige Verzeichnis kopiert haben bzw. dass dieses Verzeichnis bei der Suche nach Plugins berücksichtigt wird. Bei vielen Browsern können Sie in der Adressleiste `about:plugins` eingeben, um eine Liste der erkannten Plugins anzuzeigen.

- **MIME:** MIME ist dafür verantwortlich, dass der Browser die Zuordnung zwischen dem Datentyp und dem Plugin herstellt. Normalerweise ist das bereits in der Defaulteinstellung der Fall, oder die Zuordnung wird bei der Plugin-Installation automatisch durchgeführt. Wenn das nicht der Fall sein sollte, kann die MIME-Konfiguration bei allen Browsern manuell im Konfigurationsdialog verändert werden. (MIME-Grundlageninformationen finden Sie auf Seite 229.)
- **JavaScript, Java:** Manchmal werden Plugins durch JavaScript- oder Java-Code aktiviert oder gesteuert. Stellen Sie also sicher, dass Ihr Browser die Ausführung von Java und JavaScript zulässt.
- **Motif:** Die Ausführung von Netscape-4.*n*-Plugins setzt voraus, dass die Motif-Bibliothek `libXM.so` installiert ist (siehe oben).

Java

Die von Sun entwickelte Programmiersprache Java bietet im Vergleich zu JavaScript ungleich mehr Funktionen und Möglichkeiten. Zudem wird Java-Code viel schneller ausgeführt als JavaScript-Code. Daher ist Java eher mit einer richtigen Programmiersprache wie C oder C++ zu vergleichen als mit der Script-Sprache JavaScript. Der große Vorteil von Java gegenüber C oder C++ besteht darin, dass Java-Programme ohne ein Neukompilieren auf jedem Rechner (unabhängig vom Betriebssystem) laufen sollten. In der Praxis gelingt das leider nicht ganz so problemlos, wie die Website von Sun dies verspricht (und unter Linux schon gar nicht).

Damit ein Java-Programm (ein so genanntes Applet) vom Webbrowser ausgeführt werden kann, muss ein Java-Interpreter zur Verfügung stehen. Dieser Interpreter enthält wiederum eine so genannte *Java Virtual Machine* (kurz Java VM, noch kürzer JVM). Die Verbindung zwischen dem Browser und der JVM kann auf zwei Weisen erfolgen:

- Der Java-Interpreter ist direkt in den Browser integriert. Das ist beispielsweise bei Netscape 4.*n* der Fall. Dieses Programm enthält einen Interpreter für Java 1.1.
- Der Java-Interpreter steht als so genanntes Plugin zur Verfügung (siehe oben). Dieser Weg wird von allen moderneren Browsern beschritten. Der Vorteil besteht in der größeren Flexibilität, der Nachteil darin, dass Browser und Plugin meist separat installiert werden müssen. Anschließend bleibt es meist dem Benutzer überlassen, den Browser so zu konfigurieren, dass dieser das Plugin auch findet.

Java-Versionen: Es gibt mehrere Java-Versionen:

Java 1.0 (1995)

Java 1.1 (1997)

Java 2 Version 1.2 (1998)

Java 2 Version 1.3 (2000)

Java 2 Version 1.4 (vermutlich Ende 2001)

Aus unerfindlichen Marketing-Gründen ist ab Version 1.2 von der Java-Plattform 2 die Rede. Seither stiftet die unlogische Bezeichnung Java 2 Version 1.*n* Verwirrung. Damit ein Java-Applet ausgeführt werden kann, muss ein geeigneter Interpreter installiert sein. Im Regelfall ist der Interpreter abwärtskompatibel, d. h. ein Interpreter für Java 2 Version 1.3 kann auch 1.1-Applets ausführen.

Runtime Environment (RE) versus Software Development Kit (SDK): Wenn Sie den Java-Interpreter selbst installieren, werden Sie bei den unten angegebenen Download-Adressen auf die Abkürzungen RE und SDK stoßen. Zur Ausführung von Java-Applets benötigen Sie nur die kleinere RE-Version. Wenn Sie dagegen selbst Java-Code entwickeln möchten, benötigen Sie die umfangreichere SDK-Version.

VERWEIS

Ein guter Startpunkt für die Suche nach Java-Grundlageninformationen ist die Sun-Website:

<http://java.sun.com>
<http://java.sun.com/linux/>

Deutlich Linux-spezifischer, aber nicht immer ganz aktuell, sind die Blackdown-Java-FAQs:

<http://www.blackdown.org/java-linux/docs/support/faq-release/>

Informativ, aber leider ebenfalls nicht mehr ganz aktuell, ist schließlich das Enterprise-Java-for-Linux-HOWTO.

Installation eines Java-Interpreters

Sie haben unter Linux zurzeit die Auswahl zwischen *drei* verschiedenen Java-Implementationen von IBM, Blackdown und Sun. Wenn Sie Java nur ausführen (nicht entwickeln) möchten, reicht der Download der *Runtime Edition* aus.

<http://www.ibm.com/developer/java/jdk/>
<http://www.blackdown.org>
<http://java.sun.com/products/plugin>

Es ist unmöglich, hier eine Empfehlung für einen der drei Interpreter zu geben. Der Interpreter von Sun ist wahrscheinlich der populärste: bei Netscape wird er per Default mitgeliefert, und bei Mozilla verweist das zur Java-Installation erscheinende Fenster ebenfalls auf diesen Interpreter. Insofern ist die Sun-Version für erste Tests sicherlich ein plausibler Startpunkt. Dafür entspricht die Blackdown-Implementierung am ehesten dem Open-Source-Gedanken.

Keiner der drei Interpreter ist wirklich perfekt, und generell hat Java unter Linux keinen guten Ruf (leider zu Recht). Wenn also ein bestimmtes Java-Applet Ihren Webbrowser zum Absturz bringt, lohnt der Test eines anderen Java-Interpreters. Beachten Sie, dass Java-Probleme manchmal auch vom Kernel oder von der Distribution abhängig sind.

VERWEIS

Einen Vergleich von drei Java-1.3-Interpretern finden Sie auf den folgenden Seiten von lwn.net:

<http://lwn.net/2001/0719/desktop.php3>
<http://lwn.net/2001/0726/desktop.php3>

TIPP

Es kann natürlich immer nur *ein* Java-Interpreter verwendet werden! Wenn Sie mehrere Interpreter ausprobieren, müssen Sie die jeweils nicht aktiven entfernen (bzw. die Links darauf löschen).

Blackdown Java: Der Interpreter liegt als *.tgz-Paket vor. Es sollte mit `tar xzf` im Verzeichnis `/usr/local` entpackt werden.

Damit Sie das Plugin unter Netscape 4.*n* nutzen können, erstellen Sie einen Link von `javaplugin.so` in das Plugin-Verzeichnis des Browsers:

```
root# cd /usr/local/j2re1.3.1
root# ln -s plugin/i386/netscape4/javaplugin.so \
> /usr/lib/netscape/plugins/
```

Für Netscape 6.*n*, Mozilla und alle dazu kompatiblen Browser müssen Sie dagegen einen Link auf `javaplugin_oji.so` setzen. (OJI steht für *Open JVM Interface*. Es wurde mit dem Ziel entwickelt, die Kommunikation zwischen dem Java-Interpreter und Netscape 6.*n* bzw. Mozilla zu verbessern.)

```
root# cd /usr/local/j2re1.3.1
root# ln -s plugin/i386/mozilla/javaplugin_oji.so \
> /usr/lib/mozilla/plugins/
```

IBM Java: Bei IBM müssen Sie sich für den Download registrieren, was lästig, aber kostenlos ist. Der Interpreter liegt als RPM-Paket vor, sämtliche Dateien werden in das Verzeichnis `/opt/IBMJava2-13/` installiert.

Bei IBM gibt es eine einheitliche Plugin-Datei für Netscape 4.*n*, 6.*n*, Mozilla und dazu kompatiblen Browsern. Erstellen Sie einen Link von `libjavaplugin_oji.so` in das Plugin-Verzeichnis des Browsers:

```
root# ln -s /opt/IBMJava2-13/jre/bin/libjavaplugin_oji.so \
> /usr/lib/netscape/plugins
```

Sun Java: Wenn Sie die Vollversion von Netscape 6.*n* verwenden, ist der Sun-Java-Interpreter bereits installiert. Wenn Sie Mozilla verwenden, erscheint automatisch ein Download-Dialog für den Sun-Interpreter, wenn Sie zum ersten Mal Java-Code ausführen möchten. Download und Installation erfolgen vollautomatisch in das Verzeichnis `.../plugins/java2`. Anschließend muss der Browser neu gestartet werden, damit das Plugin erkannt wird.

Im Regelfall sollte also alles automatisch vor sich gehen, aber immer ist das leider nicht der Fall. Bei einem Test hat das Installationsprogramm anscheinend vergessen, einen Link

vom Plugin-Verzeichnis auf das frisch installierte Java-Plugin einzurichten. Gegebenenfalls müssen Sie den Link eben selbst erstellen:

```
root# cd /usr/lib/mozilla/plugins
root# ln -s java2/plugin/i386/ns600/libjavaplugin_oji.so .
```

Die automatische Java-Installation gilt natürlich nur für den Browser, mit dem Sie die Installation durchgeführt haben. Wenn Sie die Java-Umgebung auch in einem anderen Browser verwenden möchten, müssen Sie einmal mehr entsprechende Links einrichten. Die relevanten Plugin-Dateien für Netscape 4.*n* sowie für Netscape 6.*n* und Mozilla befinden sich an den folgenden Orten:

```
<browser-verzeichnis>/plugins/java2/i386/ns4/libjavaplugin.so
<browser-verzeichnis>/plugins/java2/i386/ns600/libjavaplugin_iji.so
```

Wenn Sie weder Netscape noch Mozilla noch einen dazu kompatiblen Browser verwenden, aber dennoch Sun Java installieren möchten, müssen Sie auf der Sun-Java-Website (siehe die Adresse oben) nach der RPM-Datei mit dem *Runtime Environment* suchen. Beachten Sie bitte, dass es sich dabei nicht um ein gewöhnliches RPM-Paket handelt, sondern um ein Programm (ein Script) mit angefügten binären Daten. Um dieses Programm auszuführen, müssen Sie die Datei zuerst mit `chmod u+x` als Programm kennzeichnen:

```
root# chmod u+x j2re-n.rpm.bin
root# ./j2re-n.rpm.bin
```

Nach der Bestätigung langatmiger Lizenzvereinbarungen liefert das Programm als Ergebnis die Datei `j2re-n.rpm`, bei der es sich nun endlich um ein richtiges RPM-Paket handelt. Bei dessen Installation werden die Dateien in das Verzeichnis `/usr/java` installiert. Die Plugin-Links für die Browser müssen manuell erstellt werden (siehe oben).

PATH-Variable: In seltenen Fällen ist es erforderlich, vor dem Start des Browsers die PATH-Variable um einen Pfad zum bin-Verzeichnis des Java-Interpreters zu erweitern. Das folgende Kommando zeigt die prinzipielle Vorgehensweise. Je nach installiertem Interpreter müssen Sie natürlich ein anderes Verzeichnis angeben.

```
user$ export PATH=/usr/local/j2re1.3.1/bin:$PATH
```

Selbstverständlich können Sie diese PATH-Veränderung mit einer `profile`-Datei automatisieren.

Browser-Konfiguration

Die Installation eines Java-Interpreters ist normalerweise leider noch nicht ausreichend: Ihr Browser muss den Interpreter auch finden. Die folgenden Absätze geben einige Konfigurationstipps.

Netscape, Mozilla: Die Installation von Java für Netscape und Mozilla wurde im vorigen Abschnitt bereits ausführlich beschrieben. Der springende Punkt besteht eigentlich nur darin, vom Plugin-Verzeichnis des Browsers einen symbolischen Link auf das zuvor installierte Plugin einzurichten. (Es reicht nicht aus, das Plugin zu kopieren! Der Browser muss auch die zahlreichen anderen Java-Dateien finden, und das gelingt nur mit einem symbolischen Link.)

Konqueror: Bei konqueror erfolgt die Kommunikation mit der Java VM über den KJAS (KDE Java Applet Server). Zurzeit wird nur Java 2 unterstützt (d. h. Java-1-Applets können nicht ausgeführt werden!). KJAS ist mit den folgenden Java VMs kompatibel:

Blackdown Java 1.3.*n*

IBM 1.3.*n*

Sun 1.2.2 (Sun 1.3 wird zurzeit aber nicht unterstützt!)

Die Java-Konfiguration ist einfach: Im Konfigurationsdialog KONQUEROR BROWSER|JAVÄ müssen Sie lediglich die Java-Option aktivieren und den exakten Pfad zur Binärdatei des Java-Interpreters (eine ausführbare Datei mit dem Namen `java`) angeben, beispielsweise:

```
/usr/lib/mozilla/plugins/java2/bin/java
/opt/IBMJava2-13/jre/bin/java
/usr/local/j2re1.3.1/bin/java
```

Damit die Einstellungen wirksam werden, muss der Browser neu gestartet werden.

VERWEIS

Zum Thema konqueror und Java gibt es ein eigenes, kleines HOWTO-Dokument an der folgenden Adresse:

<http://www.konqueror.org/konq-java.html>

Dort finden Sie beispielsweise Tipps, wie Sie Java auch zusammen mit dem https-Protokoll nutzen können.

Opera: Die getestete Opera-Version 5.05 war die erste Version, die unter Linux Java unterstützte, und entsprechend anfällig ist auch noch die Konfiguration. (Zukünftige Opera-Versionen werden da wohl robuster ausfallen, und möglicherweise wird es in Zukunft auch elegantere Wege geben, als das Start-Script direkt zu verändern.)

Opera kann zurzeit nur in Kombination mit dem Sun-Interpreter verwendet werden. Zur Konfiguration müssen Sie in das Opera-Startscript `/usr/bin/opera` den Pfad zum Sun-Plugin für Netscape 4.*n* einfügen. (Das Netscape-6.*n*-Plugin funktioniert nicht!)

Die folgenden Zeilen verdeutlichen die Vorgehensweise (die neu eingefügte Zeile ist fett hervorgehoben):

```
# in /usr/bin/opera
...
# Opera Plug-in enviroment, Add more plugin search paths here
for DIR in \
    /usr/lib/opera/plugins \
    /usr/lib/RealPlayer8/Plugins \
    /usr/lib/realplay/plugins \
    /usr/lib/RealPlayer8 \
    /usr/lib/realplay \
    /usr/java/jre1.3.1/plugin/i386/ns4 \
; do
if test -d $DIR ; then
    OPERA_PLUGIN_PATH="$OPERA_PLUGIN_PATH":"$DIR"
fi
done
...
```

Falls Sie Java als Netscape- oder Mozilla-Plugin installiert haben, muss die eingefügte Zeile in etwa so aussehen (natürlich je nach Installationspfad):

```
/usr/lib/mozilla/plugins/java2/plugin/i386/ns4 \
```

Nach einem Neustart sollte Java unmittelbar zur Verfügung stehen. (Gegebenenfalls müssen Sie im Konfigurationsdialog noch JavaScript sowie Plugins aktivieren.)

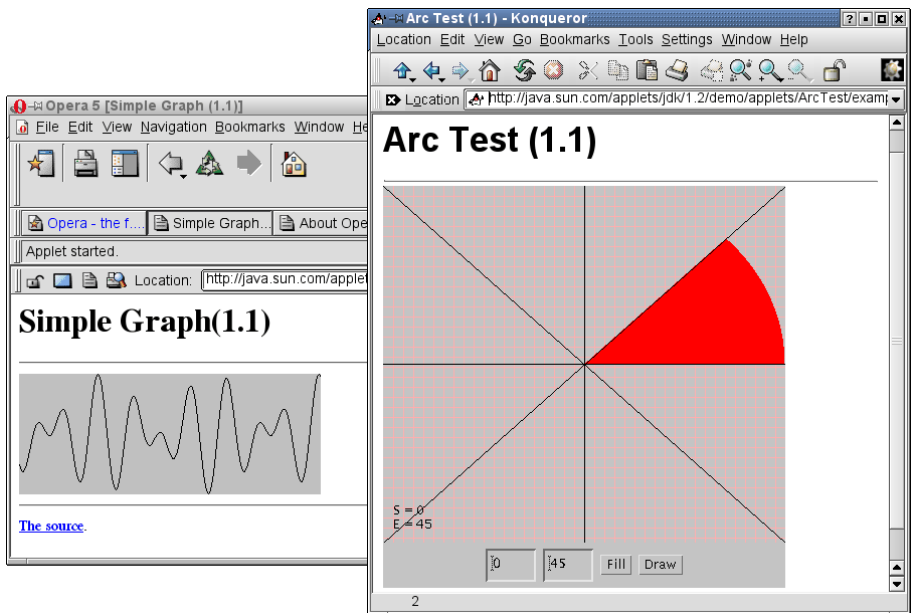


Abbildung 16.4: Opera mit Sun Java sowie Konqueror in Kombination mit IBM Java

Wenn es nicht funktioniert

Nachdem Sie die Installationsarbeiten abgeschlossen haben, wollen Sie natürlich testen, ob Java auch funktioniert. Dazu verwenden Sie am besten die Applet-Sammlung auf den Java-Seiten von Sun:

<http://java.sun.com/applets/>

Wenn Java nicht funktioniert, dann ist guter Rat teuer. Bei den meisten Browsern sollten alle gefundenen Plugins mit `about:plugins` angezeigt werden. (Das gilt nicht für *konqueror* und *Opera*.) Wenn der Java-Interpreter dort nicht erscheint, hat der Browser die Plugin-Dateien offenbar nicht gefunden.

Weiters bieten die meisten Browser entweder im Konfigurationsdialog oder im Fenstermenü die Möglichkeit, eine so genannte Java-Konsole zu öffnen. Dabei handelt es sich um ein kleines Fenster, in dem Status- und Fehlermeldungen angezeigt werden. Manchmal weisen diese Meldungen auf die Fehlerursache hin. (Wahrscheinlicher ist allerdings, dass dieses Fenster bei Problemen gar nicht erst erscheint.)

Vergessen Sie nicht, dass Sie im Konfigurationsdialog des Browsers Java und JavaScript aktivieren müssen! (Aus Sicherheitsgründen ist das oft per Default nicht der Fall.) Werfen Sie auch einen Blick auf Seite 692, wo mögliche Fehlerursachen bei der Plugin-Installation beschrieben sind.

Eine letzte Anmerkung: Selbst wenn Java an sich läuft, d. h. wenn einige Test-Applets auf der Sun-Website ausgeführt werden können, bedeutet das noch nicht, dass Sie wirklich alle Java-Applets unter Linux nutzen können. (Ich habe nicht einmal eine Kombination aus Browser und Java-Interpreter gefunden, die alle Sun-Demo-Applets korrekt ausführen konnte, von richtigen Anwendungen einmal ganz zu schweigen.) Das ist dann aber kein Konfigurationsproblem mehr, sondern das sind die (engen) Grenzen von Java unter Linux.

16.3 Offline surfen (WWWoffle)

Webdokumente können Sie normalerweise nur 'online' lesen, d. h. während Ihr Rechner mit dem Internet verbunden ist. Das Programm *WWWoffle* verspricht scheinbar das Gegenteil, kann aber natürlich auch keine Wunder vollbringen. Das Programm ist dennoch ausgesprochen praktisch:

- Es verwaltet einen Cache, in dem alle einmal gelesenen WWW-Dokumente gespeichert werden. Sie können diese Dokumente zu einem späteren Zeitpunkt problemlos nochmals lesen, und zwar auch dann, wenn gerade keine Internet-Verbindung besteht. (Im Prinzip entspricht das dem Offline-Modus einiger der oben beschriebenen Browser. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der *WWWoffle*-Cache gemeinsam für alle Nutzer gilt, und das unabhängig vom eingesetzten Browser.)

- Wenn Sie im Offline-Modus Links von Dokumenten anklicken, die momentan lokal nicht zur Verfügung stehen, merkt sich WWWoffle die Adresse. Sobald wieder eine Internet-Verbindung existiert, werden alle vorgemerkten Dokumente auf einmal übertragen. Anschließend kann die Verbindung unterbrochen werden. Sie können die gewünschten Dokumente jetzt in Ruhe und ohne weitere Telefonkosten lesen.
- Das Lesen einzelner Dokumente ist oft unbefriedigend. Mit WWWoffle können Sie daher auch ganze Gruppen von Dokumenten (die von einer Startseite durch Links verbunden sind) zur Übertragung kennzeichnen. Dabei kann eine beliebige Link-Tiefe angegeben werden.

TIPP

WWWoffle kann noch viel mehr, als hier verraten wird. Lesen Sie die umfassende Online-Dokumentation, und werfen Sie einen Blick auf die WWWoffle-Homepage!
<http://www.gedanken.demon.co.uk/wwwoffle/>

HINWEIS

Die Installation von WWWoffle ist nur sinnvoll, wenn Sie keine ständige Verbindung zum Internet haben. WWWoffle ist nicht als Ersatz für professionelle Proxy-Caches (etwa Squid, siehe Seite 787) für große Netzwerke gedacht, sondern für private Anwender mit vergleichsweise geringem Datendurchsatz.

Installation und Konfiguration

WWWoffle steht für die meisten Distributionen als vorkonfiguriertes Paket zur Verfügung. Nach der Installation brauchen Sie nur noch die Konfigurationsdatei `wwwoffle.conf` (üblicherweise in `/etc/wwwoffle`) an Ihre Wünsche anpassen. Falls Ihr Internet-Provider einen Proxy-Server verwendet, sollten Sie dessen Adresse angeben:

```
# Änderung in /etc/wwwoffle/wwwoffle.conf
...
Proxy
{
    http://* = www-proxy.provider.de:8080
}
```

Anschließend starten Sie den WWWoffle-Dämon mit einem der folgenden Kommandos:

```
root# wwwoffled -c /etc/wwwoffle/wwwoffle.conf
root# /etc/init.d/wwwoffle start
```

TIPP

Bei aktuellen WWWoffle-Versionen können Sie zur weiteren Konfiguration auch einen Browser verwenden. Dazu geben Sie im Browser die folgende Adresse an:

<http://localhost:8080/control/edit/>

Vorher muss WWWoffle aber gestartet werden!

Browser-Konfiguration

Als nächsten Schritt müssen Sie Ihren Webbrowser konfigurieren, damit dieser WWWoffle berücksichtigt. Dazu deaktivieren Sie den Cache (diese Aufgabe übernimmt jetzt WWWoffle) und stellen als WWW- und FTP-Proxy-Server jeweils die Adresse `localhost` und den Port `8080` ein.

Falls Sie den Netscape Communicator verwenden, führen Sie `EDIT|PREFERENCES` aus. Im Dialogblatt `ADVANCED|CACHE` reduzieren Sie die Größe des Disk-Caches auf 0. Im Dialogblatt `ADVANCED|PROXIES` stellen Sie die WWW- und FTP-Proxies manuell auf `localhost` und Port `8080`.

Jetzt ist es Zeit für einen ersten Test, ob WWWoffle korrekt läuft: Geben Sie in Ihrem Webbrowser `http://localhost:8080` als Adresse ein. Der Webbrowser liest damit eine von WWWoffle erzeugte Startseite. Dort finden Sie eine Menge weitere Informationen und Steuerungsmöglichkeiten für WWWoffle.

HINWEIS

Es gibt jetzt zwei Proxy-Server, die Sie nicht durcheinander bringen sollten: Auf Ihrem Rechner agiert WWWoffle als lokaler Proxy-Server. Das ist der Proxy-Server, mit dem Ihr Webbrowser kommuniziert. WWWoffle seinerseits liest WWW-Dokumente vom Proxy-Server Ihres Internet-Providers.

Bedienung

WWWoffle läuft jetzt beinahe vollautomatisch. Sie müssen dem Programm lediglich mitteilen, ob momentan eine Internet-Verbindung besteht oder nicht. Jedes Mal, wenn Sie PPP starten, müssen Sie dazu folgendes Kommando ausführen:

```
user$ wwwoffle -online
```

Wenn Sie PPP beenden, lautet das entsprechende Kommando:

```
user$ wwwoffle -offline
```

Wenn Sie im Offline-Modus einen nicht lokal verfügbaren Link anklicken, wird im Webbrowser ein Hinweis angezeigt, dass die Seite für eine spätere Übertragung vorgemerkt wird (siehe Abbildung 16.5).

Damit die Übertragung tatsächlich durchgeführt wird, müssen Sie das nächste Mal, wenn Sie eine Internet-Verbindung hergestellt haben, ein weiteres `wwwoffle`-Kommando ausführen:

```
user$ wwwoffle -fetch
```

Wenn Sie mit dem nächsten `fetch`-Kommando ein ganzes WWW-Verzeichnis übertragen möchten, müssen Sie das Verzeichnis vorher in WWWoffle angeben. Dazu geben Sie in Ihrem Webbrowser die Adresse `http://localhost:8080/refresh-options/` an.

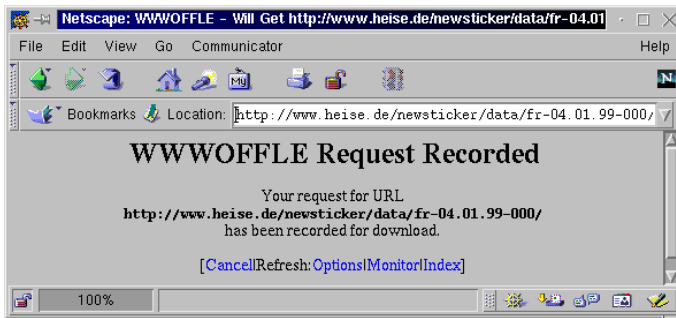


Abbildung 16.5: Das WWW-Dokument wird später übertragen.

HINWEIS

wwwoffle speichert die übertragenen WWW-Dokumente im Verzeichnis `/var/spool/wwwoffle`. (In `wwwoffle.conf` kann natürlich auch ein anderes Verzeichnis eingetragen werden.) Wenn die Dateien ein bestimmtes Alter erreicht haben, werden sie automatisch wieder gelöscht. Dennoch kann es passieren, dass das Verzeichnis stärker wächst, als Ihnen lieb ist. Eine differenzierte Steuerung, wann Dateien gelöscht werden sollen bzw. wie groß das Verzeichnis maximal werden darf, bietet der `purge`-Abschnitt von `wwwoffle.conf`.

WWWoffle automatisieren

Auf die Dauer ist das manuelle Ausführen von `wwwoffled` bei jedem Rechnerstart und von `wwwoffle` bei jeder Änderung des PPP-Zustands natürlich unbefriedigend. Eine Automatisierung ist aber nicht schwierig. Sie müssen dafür sorgen, dass `wwwoffled` im Rahmen des `Init-V`-Prozesses gestartet wird. Für diesen Zweck sehen die meisten Distributionen eine `rc.local`-Datei vor. (Informationen zum `Init-V`-Prozess finden Sie auf Seite 359.)

Besonders einfach haben es SuSE-Anwender. Dort ist das `wwwoffle`-Paket bereits komplett vorkonfiguriert. Zum automatischen Start müssen Sie lediglich eine Zeile in `/etc/rc.config` verändern (mit `YaST` oder einem Texteditor):

```
# Änderung in /etc/rc.config
START_WWWOFFLE="yes"
```

Weiters müssen Sie sicherstellen, dass `WWWoffle` bei der Herstellung bzw. Trennung der Internet-Verbindung automatisch in den richtigen Zustand versetzt wird. Dazu eignen sich die Scripts `ip-up` bzw. `ip-down` im Verzeichnis `/etc/ppp`. Diese Scripts werden automatisch ausgeführt, wenn eine Modem- oder ISDN-Verbindung hergestellt bzw. getrennt wird. Bei einigen Distributionen sollten Sie `ip-down` und `ip-down` nicht direkt ändern, sondern Ihre Ergänzungen in `ip-up.local` bzw. `ip-down.local` durchführen. Diese Dateien werden automatisch berücksichtigt.

```
# in /etc/ppp/ip-up.local
wwwoffle -online
wwwoffle -fetch

# in /etc/ppp/ip-down.local
wwwoffle -offline
```

16.4 File Transfer Protocol (FTP)

FTP ermöglicht die Übertragung von Binärdateien zwischen Rechnern, die per Internet verbunden sind. Dass FTP eine praktische Sache ist, um Daten mit weit entfernten Kollegen auszutauschen, leuchtet sofort ein. Seine große Popularität verdankt FTP aber der Spielart Anonymous-FTP: Viele große Internet-Server an Universitäten und von Internet-Providern bieten allen Anwendern Zugang zu so genannten FTP-Archiven. Dieser Zugang ist (im Gegensatz zum sonstigen FTP) nicht durch ein Passwort versperrt. Um Anonymous-FTP nutzen zu können, müssen Sie lediglich als User-Namen `anonymous` und als Passwort Ihre Mail-Adresse angeben.

TIPP

Wenn Sie einen FTP-Server nicht als Benutzer `anonymous` nutzen möchten, kennen die meisten FTP-Clients die folgende Syntax:

```
ftp://benutzername@servername
```

Anschließend werden Sie automatisch zur Angabe des Passworts aufgefordert.

Viele Datenarchive werden gespiegelt, d. h. in regelmäßigen Abständen (täglich oder wöchentlich, zumeist in der Nacht) von einem Internet-Server zum anderen übertragen. Der Sinn dieser Spiegelungen (`mirror`) besteht darin, dass Einzelanwender immer auf den geografisch nächstgelegenen Server zugreifen können, ohne befürchten zu müssen, darauf veraltete Daten zu finden. Sie sollten sich immer bemühen, auf einen möglichst nahe gelegenen FTP-Server zuzugreifen.

VERWEIS

Wenn Sie eine Datei benötigen, aber nicht wissen, bei welchem FTP-Server sie gespeichert ist, können Sie beispielsweise bei den zwei folgenden Webadressen danach suchen:

```
http://ftpsearch.lycos.com/
http://www.ftpsearch.de/
```

Wenn sich zwischen dem FTP-Server und Ihrem Rechner eine Firewall befindet oder wenn Sie in einem lokalen Netzwerk arbeiten, das mittels Masquerading mit dem Internet verbunden ist, bereiten viele FTP-Clients Probleme. In solchen Fällen hilft es fast immer, den Client in einen so genannten passiven Modus zu versetzen. Leider gibt es dafür kein einheitliches Kommando – werfen Sie also einen Blick in die Dokumentation! (Manche Clients erkennen derartige Situationen selbstständig und aktivieren den passiven Modus automatisch.)

FTP-Clients

Die Anzahl der Programme, die Sie für FTP verwenden können, ist riesig:

- `ftp`: der Urahn aller FTP-Clients; spartanische Benutzeroberfläche
- `ncftp`: Alternative zu `ftp`; ebenfalls textbasierte Benutzeroberfläche, aber komfortabler zu bedienen
- `mirror`, `wget`: Script-Programme zur rekursiven Übertragung ganzer FTP-Verzeichnisse
- `gftp`: FTP-Client mit Gnome-Oberfläche; ideal geeignet für den FTP-Upload (also zur Übertragung vom lokalen Rechner hin zum FTP-Server)
- `kbear`, `caitoo`: FTP-Client bzw. Download-Manager mit KDE-Oberfläche
- Webbrowser, Dateimanager: Fast alle unter Linux verfügbaren Webbrowser und Dateimanager können auch zum FTP-Download verwendet werden; manche Programme ermöglichen auch einen komfortablen Upload.
- Emacs, XEmacs
- `sftp`: Secure FTP auf der Basis von `ssh`; damit diese Variante verwendet werden kann, muss auf dem Client `openssh` installiert sein und auf dem Server ein `ssh`-Server mit `sftp`-Funktion laufen; `sftp` ist sicherer als das normale `ftp`

Dieser Abschnitt beschränkt sich primär auf die Beschreibung von `ftp`, das Sie für die ersten Versuche verwenden sollten. Sobald Sie ein wenig Erfahrung mit `ftp` gesammelt haben, werden Sie mit der Bedienung der anderen Programme keinerlei Probleme haben.

Das Kommando `ftp`

Wahrscheinlich fragen Sie sich, warum an dieser Stelle ausgerechnet der am wenigsten komfortable FTP-Client – also das Programm `ftp` – so ausführlich beschrieben wird. Dafür gibt es vielfältige Gründe: Erstens funktioniert dieses Programm zuverlässiger und stabiler als all die anderen Clients, wo offensichtlich das Hauptaugenmerk auf eine schöne Benutzeroberfläche gelegt wurde; zweitens veranschaulicht der Umgang mit `ftp` sehr gut das Prinzip von FTP (das ja für alle anderen Programme auch gilt); und drittens ist die Bedienung der meisten anderen FTP-Clients so einfach, dass eine langatmige Beschreibung überflüssig ist.

Eine FTP-Sitzung wird mit dem Kommando `ftp` eingeleitet. Da Dateien aus bzw. in das aktuelle Verzeichnis übertragen werden, sollten Sie vorher mit `cd` in das gewünschte Arbeitsverzeichnis wechseln. Beim Start von `ftp` wird die gewünschte Internet-Adresse des FTP-Servers angegeben.

Nach dem Verbindungsaufbau und der Eingabe von User-Name und Passwort kann es losgehen: Mit den Kommandos `cd`, `pwd` und `ls`, die dieselbe Bedeutung wie unter Linux haben, können Sie sich durch die Verzeichnisse des FTP-Archivs bewegen. Um eine Datei vom FTP-Archiv in das aktuelle Verzeichnis Ihres Rechners zu übertragen, führen Sie `get datei` aus. Der Dateiname bleibt dabei unverändert. Umgekehrt können Sie mit `put` eine Datei aus Ihrem aktuellen Verzeichnis in ein Verzeichnis des FTP-Archivs übertragen. (Das geht freilich nur dann, wenn Sie eine Schreiberlaubnis für das Verzeichnis haben. Bei Anonymous-FTP ist das zumeist nur für ein Verzeichnis mit einem Namen wie `/pub/incoming` der Fall.)

HINWEIS

Bevor Sie eine Datei übertragen, müssen Sie mit `binary` in den Binärmodus umschalten. Im Textmodus interpretiert FTP die Dateien als Texte und versucht, diese in das Format des jeweiligen Rechners zu konvertieren. Binärdateien werden durch so eine Konvertierung unbrauchbar. (Die meisten FTP-Server sind glücklicherweise so konfiguriert, dass `binary` als Defaulteinstellung gilt.)

Eine FTP-Sitzung wird mit dem Kommando `quit` oder `bye` beendet. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Kommandos zusammen, die während einer FTP-Sitzung ausgeführt werden können:

ftp-Kommandos

<code>?</code>	zeigt eine Liste aller FTP-Kommandos an
<code>!</code>	ermöglicht die Ausführung von Shell-Kommandos
<code>ascii</code>	wechselt in den Textmodus
<code>binary</code>	wechselt in den Binärmodus
<code>bye</code>	beendet FTP
<code>cd verz</code>	wechselt in das angegebene Verzeichnis
<code>close</code>	beendet die Verbindung zum FTP-Server
<code>get datei</code>	überträgt die Datei vom FTP-Archiv in das aktuelle Verzeichnis
<code>help kommando</code>	zeigt eine kurze Info zum angegebenen Kommando an
<code>ls</code>	zeigt die Liste der Dateien an
<code>mget *.muster</code>	überträgt alle passenden Dateien vom FTP-Archiv in das aktuelle Verzeichnis (siehe auch <code>prompt</code>)
<code>open</code>	stellt die Verbindung zum fremden Rechner her (wenn es beim ersten Versuch nicht geklappt hat)
<code>prompt</code>	aktiviert/deaktiviert die automatische Rückfrage vor der Übertragung jeder Datei durch <code>mget</code>
<code>put datei</code>	überträgt die Datei vom aktuellen Verzeichnis in das FTP-Archiv

ftp-Kommandos (Fortsetzung)

quit	beendet FTP
reget datei	setzt die Übertragung einer bereits teilweise übertragenen Datei fort
user	ermöglicht einen neuen Login (wenn es beim ersten Versuch nicht funktioniert hat)

FTP-Beispiel

Das folgende Beispiel zeigt, wie vom FTP-Server `ftp.redhat.com` das PPP-Paket 2.2 kopiert wird. Aus Platzgründen wurden einige auf dem Bildschirm angezeigte Texte und Verzeichnisse verkürzt. Um die Lesbarkeit zu verbessern, wurden außerdem alle empfangenen Texte gegenüber den eigenen Eingaben um einige Zeichen eingerückt.

Tipp

Das Beispiel zeigt trotz der verkürzten Texte, dass während einer FTP-Sitzung oft beträchtliche Textmengen angezeigt werden. Sie sollten daher in einem X-Shell-Fenster oder im Shell-Modus von Emacs arbeiten, wo Sie mühelos durch die bisher angezeigten Texte scrollen können. `less` kann in FTP-Sitzungen nicht verwendet werden.

```
user$ ftp ftp.redhat.com
Connected to speedy.redhat.com.
Please use a mirror if possible

FTP Site                      Directory
=====                      =====
ftp.gwdg.de                   /pub/linux/install/redhat
...

speedy.redhat.com FTP server (Version wu-2.4.2-academ[BETA-9] (1)
Thu Feb 29 15:50:44 EST 1996) ready.
Name (ftp.redhat.com:kofler): > anonymous
331 Guest login ok, send your complete e-mail address as password.
Password: > kofler@ping.at
Welcome to the Red Hat Software Linux archive.
There are currently 72 users using this ftp archive.
Guest login ok, access restrictions apply.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp> ls
...
drwxrwxr-x  3 root    root          1024 May 24 20:26 mirrors
drwx--x--x  3 root    root          1024 May 27 17:10 private
drwxr-xr-x 15 root    root          1024 Jun  5 16:16 pub
...
ftp> cd pub
Please read the file README
it was last modified on Fri Mar 15 17:30:04 1996 - 83 days ago
```

```

ftp> ls
...
drwxr-xr-x  10 504      504      1024 Jun  5 21:08 contrib
drwxrwxr-x   2 root    root      1024 May 31 21:07 current
...
ftp> cd contrib/RPMS
ftp> ls p*
...
-rw-rw-r--  1 504    504    19428 Mar  1 01:17 portmap-3.0-1.i386.rpm
-rw-rw-r--  1 504    504   707936 Feb  8 22:06 postgres95-1.0-2.i386.rpm
-rw-r--r--  1 504    504    81095 Apr 28 00:02 ppp-2.2.0f-1.i386.rpm
-rw-r--r--  1 504    504    82548 May 17 22:52 privtool-0.96-1.i386.rpm
-rw-r--r--  1 504    504    11003 Apr  3 22:24 procmeter-1.1-1.i386.rpm
...
ftp> get ppp-2.2.0f-1.i386.rpm
PORT command successful.
Opening BINARY mode data connection for
ppp-2.2.0f-1.i386.rpm (81095 bytes).
Transfer complete.
81095 bytes received in 28.3 secs (2.8 kBytes/sec)
ftp> bye

```

Um die Menge der zu übertragenden Daten möglichst klein zu halten, sind Dateien auf FTP-Servern fast ausnahmslos mit `compress` oder `gzip` komprimiert. Ausnahmen stellen nur kleinere Textdateien dar. Nach dem Datentransfer müssen Sie `gunzip`, `compress` oder bei Archivdateien `tar` verwenden, um die Dateien zu dekomprimieren.

16.5 Telnet, rlogin, ssh

Die Programme `telnet`, `rlogin` und `ssh` ermöglichen es, auf einem anderen Rechner zu arbeiten, als stünde er vor Ihnen. Falls Sie in der Universität oder Firma einen Rechner mit Internet-Anschluss haben, können Sie sich von Ihrem Linux-Rechner zu Hause dort einloggen, `pine` starten, um die E-Mail zu lesen, testen, ob ein längerer Job noch läuft oder mit anderen Parametern neu gestartet werden muss, etc. Da `telnet`, `rlogin` und `ssh` in der Regel im Textmodus verwendet werden, reicht selbst eine langsame Modem-Verbindung aus, um noch einigermaßen sinnvoll arbeiten zu können.

Die Voraussetzung für die Benutzung dieser Programme besteht darin, dass beide Rechner vernetzt sind (lokales Netz oder Internet). Außerdem muss am Partnerrechner ein `telnet`-, `rlogin`- oder `ssh`-Dämon aktiviert sein, der auf den Verbindungswunsch antwortet.

Telnet und rlogin

telnet und rlogin sehen für den Anwender praktisch gleich aus. Die Programme unterscheiden sich in erster Linie durch das Login-Verfahren. Wenn rlogin korrekt konfiguriert ist, können Sie sich unter Ihrem Namen auf mehreren Rechnern einloggen, ohne jedes Mal das Passwort anzugeben.

An telnet bzw. rlogin wird beim Aufruf der vollständige Name des Rechners übergeben, auf dem Sie arbeiten möchten. Wenn der Rechner im Netz gefunden wird, loggen Sie sich mit Ihrem Benutzernamen und Passwort ein. Wenn Sie sich wieder ausloggen möchten, verwenden Sie `exit` oder `(Strg)+(D)`.

```
kofler@saturn$ telnet jupiter.sol
Trying 192.168.0.99...
Connected to jupiter.sol
Escape character is '^]'.

Red Hat Linux release 6.1de (Cartman)
Kernel 2.2.12-32 on an i686

jupiter.sol login: kofler
Password: *****
Last login: Fri Jun 7 07:17:23 from saturn
...
kofler@jupiter$ exit
logout
Connection closed by foreign host.
```

HINWEIS

telnet und rlogin verwenden ein sehr unsicheres Protokoll, bei dem unter anderem das Passwort unverschlüsselt zwischen den Rechnern übertragen wird. Um zu vermeiden, dass das root-Passwort auf diese Weise allzu leicht in falsche Hände geraten kann, ist es mit telnet und rlogin grundsätzlich unmöglich, sich als root einzuloggen. Wenn Sie auf einem anderen Rechner als root arbeiten möchten, müssen Sie sich zuerst unter einem anderen Namen einloggen und dann su ausführen.

VERWEIS

Grundsätzlich können Sie während einer telnet- oder rlogin-Sitzung sogar X-Programme starten. Die X-Programme werden auf dem fremden Rechner ausgeführt (nutzen also beispielsweise die dort vorhandene Hardware voll aus), werden aber auf dem lokalen X-Server angezeigt und empfangen hier auch Tastatur- und Mauseingaben. Da jetzt das gesamte X-Protokoll über das Netz übertragen werden muss, erfordert diese Form des Arbeitens bei einer Modem-Verbindung vermutlich mehr Geduld, als Sie aufbringen werden. Weitere Details zu den Sicherheitsmechanismen von X (xhost, DISPLAY-Variable) finden Sie ab Seite 538.

ssh

ssh: *ssh (secure shell)* ist eine sicherere Alternative zu `telnet` und `rlogin`. Alle Daten, die zwischen beiden Rechnern ausgetauscht werden, werden verschlüsselt. (Allerdings ist im August 2001 eine Methode bekannt geworden, mit der sich die Verschlüsselung unter bestimmten Bedingungen knacken lässt. Aber selbst wenn `ssh` keine perfekte Sicherheit bietet, so ist sie doch wesentlich höher als bei `telnet` oder `rlogin`.)

`ssh` ist leider noch immer nicht so weit verbreitet wie `telnet`. Sofern am Partnerrechner ein `ssh`-Server installiert ist, ist die Anwendung von `ssh` aber genauso unkompliziert wie bei `telnet`. Zum Verbindungsaufbau führen Sie das folgende Kommando aus:

```
user$ ssh -l loginname rechnername
loginname@rechnername's password: xxx
```

Wenn Sie mit `ssh` zum ersten Mal eine Verbindung zu einem anderen Rechner herstellen, erscheint oft eine Warnung nach dem folgenden Muster:

```
The authenticity of host 'mars (192.168.0.10)' can't be established.
RSA1 key fingerprint is 1e:0e:15:ad:6f:64:88:60:ec:21:f1:4b:b7:68:f4:32.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added 'mars,192.168.0.10' (RSA1) to the list
of known hosts.
```

Das bedeutet, dass `ssh` sich nicht sicher ist, ob es dem Rechner `mars` mit der IP-Adresse 192.168.0.10 vertrauen darf. (Es könnte sein, dass ein fremder Rechner vortäuscht, `mars` zu sein.) Wenn Sie die Rückfrage mit `YES` beantworten, speichert `ssh` den Namen, die Adresse und den RSA-Fingerprint (einen Code zur eindeutigen Identifizierung des Partnerrechners) in `~/.ssh/known_hosts`).

HINWEIS

Statt der hier vorgestellten Form des Verbindungsaufbaus mit der Angabe von Loginnamen und Passwort unterstützt `ssh` einen noch sichereren Modus zum Verbindungsaufbau, bei dem zwischen beiden Rechnern Verschlüsselungs-Codes ausgetauscht werden. Das setzt voraus, dass sowohl der Client (Datei `~/.ssh/authorized_keys`) als auch der Server entsprechend konfiguriert sind. Mehr Informationen zu dieser Form des Verbindungsaufbaus finden Sie in der `ssh`-Manualseite.

Kapitel 17

E-Mail

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Grundlagen, der Bedienung und der Konfiguration eines E-Mail-Systems. Da es einerseits unter Linux zahllose E-Mail-Programme gibt und da andererseits die Nutzung der Grundfunktionen denkbar einfach ist, verzichte ich in diesem Kapitel darauf, die trivialen Details der Bedienung (mit zahllosen Wiederholungen) zu beschreiben.

Stattdessen liegt das Hauptaugenmerk auf der Vermittlung der entsprechenden Grundlageninformationen und auf Konfigurationstipps. Das Kapitel geht dabei sowohl auf die im Privatbereich übliche Stand-Alone-Konfiguration ein als auch auf die Unix/Linux-typische Verwendung von Hilfsprogrammen wie `fetchmail` oder `sendmail`.

17.1 Grundlagen

E-Mail ist die Abkürzung für *Electronic Mail* und bezeichnet das Versenden von Nachrichten (ASCII-Texten und Dateien) über das Internet. Es handelt sich dabei um eine der ältesten und noch immer wichtigsten Anwendungen des Internets.

Glossar und Arbeitstechniken

Account: Wenn Ihnen ein Internet-Provider (oder eine Firma) eine E-Mail-Adresse zur Verfügung stellt, wird dieser Service auch als Account bezeichnet. Da viele Leute mehrere E-Mail-Adressen besitzen, können die meisten E-Mail-Programme mehrere Accounts verwalten.

POP, IMAP, SMTP: Diese drei Abkürzungen bezeichnen verschiedene Protokolle zur Übertragung von E-Mails zwischen Ihrem Rechner und dem E-Mail-Provider. Nähere Informationen folgen in den weiteren Abschnitten.

HTML-Mail: Ursprünglich war E-Mail nur zur Übertragung von ASCII-Texten gedacht. Mittlerweile ermöglichen es aber viele E-Mail-Programme, HTML-formatierten Text zu versenden (und auch anzuzeigen). Das bietet mehr Gestaltungsmöglichkeiten (Textauszeichnung, Farben). Allerdings gibt es E-Mail-Programme, die HTML-Mails nicht anzeigen können. Außerdem bergen HTML-Mails ein gewisses Sicherheitsrisiko, weil darin JavaScript-Code eingebettet werden kann. Aus diesen Gründen bevorzugen fortgeschrittene E-Mail-Anwender generell reine Text-E-Mails. Das sollten Sie respektieren und die Möglichkeit, HTML-E-Mails zu verfassen, generell deaktivieren.

Kopfzeilen: Am Beginn jeder E-Mail stehen einige Kopfzeilen, die die Adresse, den Betreff und eventuell einige weitere Informationen enthalten.

E-Mail-Kopfzeilen

From: adresse	E-Mail-Adresse des Absenders
To: adresse	E-Mail-Adresse des Empfängers
Subject: inhalt	Kurzbeschreibung des Inhalts (eine Zeile)
Cc: adresse	Eine Kopie der Mail wird an die Cc-Adresse versandt
Bcc: adresse	Wie Cc.; allerdings erfährt der eigentliche Adressat nicht, dass die Mail auch an eine andere Person versandt wurde (blind carbon copy)
Reply-To: adresse	Antwort nicht an From:, sondern an die hier angegebene Reply-Adresse senden

Attachment (Anlage): Zusammen mit Ihrer Nachricht können Sie so genannte Attachments (Anlagen) versenden. Dabei handelt es sich einfach um Dateien, die zur E-Mail hinzugefügt werden (z. B. Bilder). Sie sollten allerdings nie E-Mails versenden, die nur das Attachment enthalten. Geben Sie immer auch einen Text an, der den Inhalt des Attachments kurz beschreibt.

Signatur: Oft sollen alle E-Mails mit einigen Zeilen Text abgeschlossen werden, die etwa den Firmennamen, eine Adresse etc. enthalten können. Damit Sie diesen Text nicht ständig neu eingeben müssen, können Sie bei den meisten E-Mail-Programmen eine so genannte Signatur definieren. Manche verwenden dazu automatisch die Datei `~/signature`.

MIME: Der Begriff MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) wird bei E-Mail-Programmen auf zwei verschiedene Weisen verwendet. Einerseits hilft die richtige MIME-Konfiguration dem E-Mail-Programm, dass es mit Attachments richtig umgeht und eine per E-Mail versandte MP3-Datei mit einem MP3-Player öffnet. Hintergrundinformationen zur MIME-Konfiguration finden Sie auf Seite 229.

Andererseits kann sich MIME auch auf die Codierung des Nachrichtentexts beziehen. Ursprünglich war E-Mail nur für 7-Bit-ASCII-Zeichen gedacht. Nachrichten mit Sonderzeichen (also mit Zeichen, deren Code größer als 127 ist) bereiteten Schwierigkeiten. Um diese Probleme zu umgehen, wurden einige MIME-Typen zur 8-Bit-sicheren Codierung der Nachrichten definiert. Der populärste derartige Typ heißt *quoted printable*.

Mittlerweile kommen fast alle E-Mail-Programme und -Server mit 8-Bit-Zeichen problemlos zurecht, sodass die Codierung *quoted printable* nicht mehr erforderlich ist. Sollte es dennoch Probleme mit Sonderzeichen geben, suchen Sie bei der E-Mail-Konfiguration nach der Einstellung, wie 8-Bit-Zeichen codiert werden sollen.

Mailbox: Alle E-Mail-Programme bieten die Möglichkeit, eingetroffene oder selbst verfasste E-Mails in Ordnern oder Verzeichnissen zu speichern. Intern handelt es sich dabei bei den meisten E-Mail-Programmen um so genannte Mailboxes. (Eine Mailbox ist unter Unix/Linux üblicherweise eine Datei, in der mehrere E-Mails einfach aneinander gereiht sind.)

Es gibt einige Mailboxes mit besonderer Bedeutung. Beispielsweise speichern die meisten E-Mail-Programme eine Kopie jeder versandten E-Mail in einer Mailbox, die `sentmail`, `sent-mail`, `sentbox` oder so ähnlich heißt. E-Mails, die bereit zum Versenden sind, aber noch nicht tatsächlich versandt sind, werden in `outbox` zwischengespeichert.

Inbox: `inbox` ist ebenfalls eine besondere Mailbox. In ihr befinden sich alle neu eingetroffenen Nachrichten. Die `inbox` kann sich entweder bei Ihrem E-Mail-Provider oder in der Datei `/var/spool/mail/name` befinden.

Es gibt zwei ganz unterschiedliche Methoden, wie E-Mail-Programme mit der Inbox umgehen. Die meisten Programme übertragen alle neu eingetroffenen E-Mails sofort aus der Inbox und speichern sie dann in einer lokalen Mailbox (die, um die Verwirrung zu steigern, meist ebenfalls `inbox` bezeichnet wird). Es gibt aber auch Programme (z. B. `Balsa`, `pine`, `mutt`, `elm`), die alle E-Mails in der Inbox lassen, bis E-Mails explizit in ein lokales Verzeichnis verschoben oder ganz gelöscht werden. Diese unterschiedlichen Vorgehensweisen können manchmal Verwirrung stiften, wo sich die E-Mail momentan physikalisch befindet.

Offline-Konfiguration: Wenn Sie ständigen Zugang zum Internet haben, ist es am praktischsten, wenn E-Mails sofort versandt werden und wenn das E-Mail-Programm automatisch alle paar Minuten kontrolliert, ob neue E-Mails eingetroffen sind.

Wenn Sie dagegen einen E-Mail-Zugang per Modem oder ISDN-Karte haben, bei dem Sie jedes Mal explizit eine Verbindung zum Internet herstellen müssen, ist es besser (und kostengünstiger), das E-Mail-System für den Offline-Modus zu konfigurieren. Dazu geben Sie an, dass neu eintreffende E-Mails nur auf Wunsch (also manuell) beim Provider abgeholt werden sollen. Weiters sollen selbst verfasste E-Mails vorerst zwischengespeichert werden und erst dann tatsächlich versandt werden, wenn Sie das wünschen. (Fast jedes E-Mail-Programm bietet entsprechende Einstellmöglichkeiten.)

Nachdem Sie Ihr System so konfiguriert haben, können Sie E-Mails Kosten sparend lesen und verfassen: Sie müssen lediglich zum Senden und Empfangen kurzzeitig eine Internet-Verbindung herstellen, die Sie anschließend sofort wieder beenden können. Dann lesen Sie in Ruhe die neuen E-Mails, verfassen eventuell Antworten und stellen zum Versenden der Antworten ein zweites Mal kurz eine Verbindung zum Internet her.

E-Mail-Systeme

Es gibt grundsätzlich drei Möglichkeiten, E-Mails zu verwalten.

- **Webbasierte E-Mail-Services:** Derartige E-Mail-Services gibt es von zahllosen Anbietern, am bekanntesten sind Hotmail (Microsoft), Yahoo und in Deutschland GMX. Zum Lesen und Schreiben von E-Mails benötigen Sie lediglich einen Webbrowser und eine Internet-Verbindung.

Der Vorteil dieses Konzepts besteht darin, dass die Nutzung sehr einfach und an jedem beliebigen Ort mit Internet-Zugang möglich ist. Der wesentlichste Nachteil besteht darin, dass nicht Sie Ihre E-Mails speichern, sondern eine externe Firma. Meistens ist der Speicherplatz begrenzt, oder die E-Mails werden nach einem Monat automatisch gelöscht, oder es gelten andere Einschränkungen. Zum Lesen bzw. Schreiben von E-Mails muss eine Internet-Verbindung bestehen, was diese Lösung ziemlich teuer macht, wenn Sie eine zeitabhängige Verbindungsgebühr bezahlen müssen. Schließlich stellt sich noch die Frage der Sicherheit: Bei fast allen Web-Mail-Services sind in den vergangenen Jahren wiederholt gravierende Sicherheitsmängel festgestellt worden.

- **Eigene Verwaltung der E-Mails:** Die andere Variante besteht darin, dass die E-Mails auf Ihrem lokalen Rechner gespeichert werden. Eine externe Firma (üblicherweise Ihr Internet-Provider) ist jetzt nur mehr für das Abholen und Versenden von E-Mails zuständig, nicht aber für deren Speicherung. (Die einzige Ausnahme besteht darin, dass der Provider alle neu eingetroffenen E-Mails verwahren muss, bis Sie sie abholen.)

Diese Vorgehensweise ist der übliche Weg für die meisten professionellen E-Mail-Lösungen. Viele Gründe sprechen dafür: Die E-Mails werden auf der lokalen Festplatte gespeichert, deswegen gibt es keine Platzeinschränkungen. Sie können jederzeit

Backups Ihrer E-Mail-Verzeichnisse durchführen. Sie haben die Auswahl zwischen verschiedenen E-Mail-Programmen (so genannten Clients), die allesamt wesentlich komfortabler und effizienter zu bedienen sind als Web-Interfaces.

- **IMAP:** Diese Abkürzung steht für *Internet Message Access Protocol* und beschreibt ein Mittelding beider Varianten: Einerseits erfolgt die Speicherung der E-Mails zentral auf einem IMAP-Server (und nicht auf der lokalen Festplatte). Andererseits erfolgt der Zugriff auf die E-Mails nicht über eine Webseite, sondern wie beim vorigen Punkt durch E-Mail-Clients.

IMAP ist dann praktisch, wenn Sie von unterschiedlichen Orten, Rechnern oder Betriebssystemen aus auf Ihre E-Mails zugreifen möchten, ohne die Nachteile webbasierter E-Mail-Systeme in Kauf zu nehmen. Der Nachteil besteht darin, dass die Administration eines IMAP-Servers relativ aufwändig ist. Deswegen werden derartige Lösungen meist nur in großen Firmen realisiert. Aus der Perspektive von Linux kommt noch erschwerend hinzu, dass nur wenige E-Mail-Programme IMAP unterstützen (und auch die meist nur unvollständig).

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels wird ausschließlich die zweite Variante beschrieben, ohne dass darauf immer wieder explizit hingewiesen wird!

Zu webbasierten E-Mail-Services gibt es keine Linux-spezifischen Details, die hier beschrieben werden müssen – Sie brauchen einfach nur einen Webbrowser (siehe das vorige Kapitel).

Wenn Sie IMAP einsetzen möchten, können Sie als E-Mail-Client beispielsweise Netscape, Mozilla oder kmail (ab KDE 2.2) einsetzen. Hintergrundinformationen sowie Tipps zur Konfiguration eines IMAP-Servers finden Sie unter:

Cyrus - IMAP - HOWTO
<http://asg.web.cmu.edu/cyrus/imapd/>
<http://imap.org/>

Interna der Mail-Konfiguration

Es gibt zwei Möglichkeiten zur Kommunikation zwischen dem E-Mail-Programm und dem Internet-Provider (der Ihnen eine E-Mail-Adresse zur Verfügung stellt). Die einfache Variante besteht darin, dass sich das E-Mail-Programm um alle Aufgaben selbst kümmert (Stand-Alone-Lösung). Bei der anderen Variante werden die Aufgaben auf drei Programme verteilt. Die Konfiguration ist etwas komplizierter, aber das Gesamtsystem entspricht dafür besser dem, was unter Unix/Linux üblich ist.

Die Ausgangsdaten sind in jedem Fall dieselben. Ihr E-Mail-Provider wird Ihnen Daten zur Verfügung stellen, die etwa wie die folgenden Zeilen aussehen:

E-Mail-Adresse:	hofer@provider.de
SMTP-Mail-Server:	mail.provider.de
POP-Mail-Server:	pop.provider.de
Loginname:	mbx42334
Passwort:	qwe44trE

Je nach Provider kann es sein, dass der Loginname als Benutzername bezeichnet wird. Eventuell fehlt ein derartiger Name ganz – dann müssen Sie stattdessen meist die E-Mail-Adresse oder den Beginn der E-Mail-Adresse (also z. B. hofer) oder den PPP-Loginnamen angeben. Umgekehrt kann es auch sein, dass Sie zwei Login/Passwort-Paare bekommen, einen für POP und einen für SMTP. (Diese Begriffe werden gleich erklärt. Entscheidend ist nur, dass Sie sich vor dem Abholen Ihrer E-Mails identifizieren müssen – sonst könnte ja jeder Ihre E-Mails abholen.)

Standalone-Lösung

Wenn Sie unter Windows schon einmal einen E-Mail-Zugang konfiguriert haben, wird Ihnen diese Variante bekannt vorkommen: *Ein* Programm (z. B. Netscape oder Outlook) wird für alle E-Mail-Aufgaben genutzt: für das Lesen und Verfassen von Nachrichten, für deren Speicherung bzw. Verwaltung sowie für den Empfang und Versand. Das E-Mail-Programm arbeitet also gleichsam als Standalone-System.

Unter Linux kann dieses Konzept mit den meisten neueren (aber nicht mit allen!) E-Mail-Clients ebenfalls realisiert werden. Bei der Konfiguration müssen Sie angeben, wie das E-Mail-Programm E-Mails abholen und wie es E-Mails versenden soll.

- **E-Mails beim Provider abholen (POP):** Zur Übertragung von E-Mails vom Provider auf Ihren Rechner kommt üblicherweise das *Post Office Protocol* (POP) zum Einsatz. Damit das E-Mail-Programm mit dem Provider kommunizieren kann, benötigt es vier Informationen:

- die Adresse des POP-Servers (im obigen Beispiel `pop.provider.de`)
 - die Port-Nummer des POP-Servers (per Default: 110)
 - den POP-Loginnamen (`mbx42334`)
 - das POP-Passwort (`qwe44trE`)

Als Alternative zu POP kann auch das *Internet Message Access Protocol* (IMAP) zum Einsatz kommen. Es gibt aber kaum Internet-Provider, die einen IMAP-basierten E-Mail-Service anbieten.

- **E-Mails versenden (SMTP):** Zum Versenden eigener E-Mails wird das *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP) verwendet. Zur Kommunikation mit dem SMTP-Server des Providers benötigt das E-Mail-Programm die folgenden Informationen:

- die Adresse des SMTP-Servers (`smtp.provider.de`)
 - die Port-Nummer des SMTP-Servers (per Default: 25)

Ob auch beim SMTP-Server eine Authentifizierung erforderlich ist, hängt vom Provider ab. Bei vielen Providern gilt eine vorherige POP-Authentifizierung automatisch

auch für SMTP. Andere Provider verlangen eine eigene SMTP-Authentifizierung und geben die erforderlichen Informationen an.

TIPP

Wenn Sie Ihre E-Mail-Konfiguration ausprobieren möchten, senden Sie sich einfach selbst eine E-Mail. Wenn es gelingt, die E-Mail zu versenden und anschließend wieder zu empfangen, funktioniert alles. Überprüfen Sie auch, dass die Absenderadresse korrekt ist. (Probieren Sie aus, ob bei REPLY tatsächlich Ihre E-Mail-Adresse verwendet wird.)

Unix/Linux-E-Mail-System

Ein wesentlicher Nachteil der Standalone-Lösung besteht in ihrer Redundanz: Jeder E-Mail-Client muss Programmteile für die POP- und SMTP-Kommunikation enthalten. Unter Unix/Linux ist es eigentlich üblich, derartige Aufgaben dezentral zu verteilen. Deswegen sieht ein herkömmliches Unix-E-Mail-System ganz anders aus.

- **E-Mails beim Provider abholen (fetchmail):** Zum Abholen von E-Mails wird üblicherweise das Programm `fetchmail` eingesetzt. Es holt neu eingetroffene E-Mails unter Zuhilfenahme von POP oder IMAP beim Provider ab und speichert sie in einem Verzeichnis auf der Festplatte (üblicherweise `/var/spool/mail/name`). Zur `fetchmail`-Konfiguration sind dieselben Angaben wie bei der POP-Konfiguration eines Standalone-Systems erforderlich. `fetchmail` kann z. B. durch ein `cron`-Script regelmäßig ausgeführt werden.
- **E-Mails versenden (sendmail):** Zum Versenden von E-Mails wird ein so genannter *Mail Transport Agent* eingesetzt. Das populärste Programm für diesen Zweck ist `sendmail`. (Alternativen zu `sendmail` sind `qmail` und `smail`.)

Das Programm läuft üblicherweise als Systemdienst (Dämon). Es kümmert sich darum, dass die E-Mails an die richtigen Adressen weitergeleitet werden. (Sofern E-Mails nicht an den lokalen Rechner adressiert sind, nimmt `sendmail` Kontakt mit anderen E-Mail-Servern auf. Dazu kommt abermals SMTP zum Einsatz. Wenn gerade keine Verbindung zu anderen E-Mail-Servern hergestellt werden kann, speichert `sendmail` die E-Mails in der Zwischenzeit.)

Auf vielen Linux-Rechnern läuft `sendmail` allein deswegen, um am lokalen Rechner für alle Programme und Benutzer E-Mail-Dienste zur Verfügung zu stellen. Selbst wenn Sie den Rechner allein nutzen, ist das sehr praktisch: Wenn beispielsweise der Ausdruck einer Datei nicht gelingt, versendet der Druckdämon `lpd` eine E-Mail, um auf das Problem hinzuweisen. Aber das klappt natürlich nur, wenn ein lokales E-Mail-System eingerichtet ist.

Das E-Mail-Programm kann sich bei diesem Szenario auf seine Kernaufgaben konzentrieren – das Lesen, Speichern und Verfassen von E-Mails. Es benötigt keine POP-Funktionen, sondern kann die E-Mails einfach aus einer Datei lesen. Ebenso wenig benötigt es SMTP-Funktionen, sondern kann zu versendende E-Mails einfach an `sendmail` übergeben.

Beachten Sie aber, dass es trotz dieser Vereinfachung einige neuere E-Mail-Clients gibt, die das herkömmliche Unix-System nicht unterstützen und darauf bestehen, die SMTP- und POP-Kommunikation selbst durchzuführen (siehe die Tabelle auf Seite 721).

Mailboxes

Als Mailbox wird eine Datei oder ein Verzeichnis bezeichnet, in der bzw. dem mehrere E-Mails gespeichert sind. Mailboxes werden einerseits dazu verwendet, eintreffende E-Mails zu sammeln, bis der E-Mail-Client sie abholt (z. B. in der Datei oder dem Verzeichnis `/var/spool/mail/name`). Andererseits werden Mailboxes benötigt, um eingetroffene E-Mails (und eine Kopie jeder versandten E-Mail) zu speichern. Jedes E-Mail-Programm bietet dazu eine Verwaltung so genannter Mail-Verzeichnisse oder -Ordner an, bei denen es sich aber intern immer um Mailboxes handelt.

Unix-Mailbox-Formate

Unter Unix sind zwei Formate üblich:

- **mbx:** Fast alle E-Mail-Programme unter Unix/Linux verwenden dieses denkbar einfache Format: Der Text der einzelnen E-Mails wird einfach aneinander gereiht. Am Beginn jeder Nachricht muss sich eine Zeile mit dem Wort `From` und einem Leerzeichen befinden. Das Ende wird durch zwei leere Zeilen gekennzeichnet. Weitere Details finden Sie in der `man`-Seite zu `mbx`.

Wenn sehr viele sehr große E-Mails in einer Mailbox gespeichert werden, wird der Zugriff auf diese E-Mails allerdings ziemlich langsam. Deswegen verwalten manche E-Mail-Clients zusätzliche Indexdateien.

- **maildir:** Bei diesem Format wird jede einzelne E-Mail in einer eigenen Datei gespeichert. Eine Mailbox besteht aus allen Dateien innerhalb eines Verzeichnisses. (Im Detail ist das Format in der `man`-Seite zu `maildir` beschrieben. Allerdings steht diese Seite nur zur Verfügung, wenn Sie `qmail` installieren.)

Der offensichtliche Vorteil besteht darin, dass einzelne Nachrichten einfacher gelöscht werden können. Außerdem bereitet das Konzept weniger Locking-Probleme (wenn mehrere Programme gleichzeitig auf die E-Mails zugreifen). Dennoch wird das `maildir`-Format nur von wenigen E-Mail-Servern unterstützt (beispielsweise von `qmail`).

Da unter Linux fast alle E-Mail-Clients das `mbx`-Format verwenden, können E-Mails zwischen den Programmen meist sehr einfach ausgetauscht werden. (Dazu kopieren Sie einfach E-Mail-Dateien in ein anderes Verzeichnis.) Leider gibt es manchmal dennoch Kompatibilitätsprobleme: Insbesondere kommen weder `pine` noch der IMAP-Server der University von Washington mit den E-Mail-Foldern zurecht, die von Mozilla 0.9 oder Netscape 6.n erzeugt werden (etwa bei der Konvertierung von Outlook-Express-Foldern). `kmail` kann dieselben Dateien dagegen problemlos lesen. Die Ursache dieser Inkompatibilitäten ist mir unklar geblieben.

Mit gewissen Einschränkungen ist es sogar möglich, mit unterschiedlichen E-Mail-Programmen auf dieselben E-Mail-Verzeichnisse zuzugreifen. Beispielsweise kann es sein, dass Sie für den normalen Betrieb `kmail` einsetzen. Wenn Sie aber gerade nicht vor Ihrem Rechner sitzen und nur ein Netzwerkzugriff über `telnet` oder `ssh` möglich ist, können Sie das textbasierte Programm `pine` verwenden, um E-Mails zu lesen bzw. zu beantworten. (Sie dürfen allerdings nie mit zwei E-Mail-Programmen *gleichzeitig* auf ein E-Mail-Verzeichnis zugreifen! Damit riskieren Sie defekte `mbox`-Dateien und eventuell verlorene E-Mails!)

Windows-Mailbox-Formate

Unter Windows ist von einem Mailbox-Standard leider keine Rede. Beinahe jedes Programm verwendet sein eigenes Format (und dieses ändert sich zum Teil mit jeder neuen Version – etwa bei Microsoft Outlook (Express)). Das ist dann problematisch, wenn Sie von einem E-Mail-Programm auf ein anderes umsteigen möchten – oder von Windows auf Linux. Wegen der unterschiedlichen Formate nützt es nichts, Ihre alten E-Mails einfach in ein anderes Verzeichnis zu kopieren. Vielmehr benötigen Sie einen Mailbox-Konverter, der die E-Mail-Dateien in das `mbox`-Format umwandelt.

Mailbox-Konverter

Die unter Linux verfügbaren E-Mail-Programme enthalten in der Regel keine Konverter für Windows-Mailbox-Formate. Die zwei mir bekannten Ausnahmen sind Evolution und `kmail`. Evolution unterstützt allerdings nur ganz wenige Formate (zurzeit Outlook Express 4).

Wesentlich interessanter ist das Import-Werkzeug `kmailcvt`, das ab KDE 2.2 mit `kmail` mitgeliefert wird. Das Programm sollte mit den Mailbox-Formaten von Outlook Express 4 und 5 sowie von Pegasus Mail zurechtkommen. Weitere Informationen zu dem Programm finden Sie unter:

<http://www.hum.org/kmailcvt.html>

Der Versuch, ein E-Mail-Verzeichnis von Outlook Express 5 (210 MByte, ca. 5000 Nachrichten) mit `kmailcvt` in das `mbox`-Format umzuwandeln, lieferte zahllose Fehlermeldungen. Einige Fehlermeldungen waren darauf zurückzuführen, dass das Programm auch versuchte, News-Verzeichnisse zu konvertieren. Leider scheiterte das Programm aber auch an zahlreichen gewöhnlichen Mailboxes, sodass letztlich nicht alle E-Mails unter Linux zur Verfügung standen.

Nicht ganz optimal war auch der Umgang mit Attachments: Diese können nach der Konversion mit `kmail` nicht mehr aus der E-Mail extrahiert werden, sondern werden als ASCII-Text angezeigt. Dieses Problem ist allerdings `kmail`-spezifisch, andere E-Mail-Clients (etwa `pine`) erkannten die Attachments korrekt.

Wie dieses Beispiel demonstriert, verläuft der Import von Mailboxes selten problemlos. (Das liegt nicht zuletzt daran, dass viele Firmen Ihre Mailbox-Formate schlecht oder gar nicht dokumentieren.) Hier ein paar Tipps für den Fall, dass es Probleme gibt:

- Vor jedem Konversionsversuch müssen Sie mit Ihrem ursprünglichen E-Mail-Programm alle E-Mail-Verzeichnisse komprimieren. *Komprimieren* bedeutet in diesem Fall, dass gelöschte E-Mails tatsächlich aus den Mailbox-Dateien entfernt werden. (Normalerweise ist das nicht der Fall: Aus Effizienzgründen bleiben gelöschte E-Mails einfach in der Mailbox und werden nur auf irgendeine programmspezifische Weise markiert und daher nicht mehr angezeigt.)
- Falls Sie einen E-Mail-Client wie Outlook (Express) verwenden, der auch zum Lesen von News verwendet wird, sollten Sie vor dem Konvertieren alle News-Dateien löschen (natürlich erst, nachdem Sie eine vollständige Sicherheitskopie Ihres E-Mail-Verzeichnisses erstellt haben!).
- Relativ gute Erfahrungen habe ich mit der Windows-Version von Netscape gemacht. Diese Version enthält einen ziemlich gut funktionierenden E-Mail-Konverter. Gelingt die Umwandlung damit, müssen die E-Mail-Dateien nur noch in das Linux-Dateisystem kopiert werden. Netscape verwendet sowohl unter Unix als auch unter Windows das mbox-Format.
- Falls Ihr Windows-E-Mail-Client IMAP-kompatibel ist (z. B. aktuelle Versionen von Outlook Express), können Sie versuchen, alle E-Mail-Verzeichnisse auf einen IMAP-Server aufzuspielen. Anschließend können Sie die E-Mails unter Linux mit einem anderen IMAP-kompatiblen E-Mail-Programm wieder einspielen. Der Hauptnachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass meist kein IMAP-Server zur Verfügung steht, der zur E-Mail-Konvertierung missbraucht werden kann. Wenn Sie zwei Rechner haben, können Sie auf einem selbst einen IMAP-Server einrichten – aber das ist nur etwas für Linux-Profis.

VERWEIS

Einen guten Überblick über diverse Programme zur Mailbox-Konvertierung gibt die folgende Seite, die Teil der kmail-Dokumentation ist:

<http://kmail.kde.org/download.html>

Lesenswert ist weiters das Outlook-to-Unix-Mini-HOWTO. (Das Dokument behandelt nur Outlook, nicht Outlook Express.)

Adressbücher

Der mühsamste und fehleranfälligste Schritt beim Verfassen von E-Mails ist die Eingabe der Adresse. Die Kürzel sind oft schwer zu merken, Tippfehler wirken sich fatal aus. Um derartige Fehler zu vermeiden, können Sie natürlich die Reply-Funktion des E-Mail-Programms verwenden. Noch komfortabler ist es aber, häufig benötigte Adressen in einem Adressbuch zu speichern.

Während es für Mailboxes einen De-facto-Standard gibt, ist dies für Adressbücher leider nicht der Fall. Daher sieht die Adressverwaltung bei jedem Programm ein wenig anders aus, und es ist nicht immer möglich, Adressbücher zwischen unterschiedlichen Programmen auszutauschen.

17.2 Überblick über wichtige E-Mail-Programme (Clients)

E-Mail-Programme gibt es unter Linux gleichsam wie Sand am Meer. Die folgende Tabelle versucht, einen Überblick über die wichtigsten Programme zu geben. (Beachten Sie, dass E-Mail-Programme oft auch als E-Mail-Client oder *Mail User Agents* bezeichnet werden.)

Die Spalte *abholen* gibt an, wie das Programm neue E-Mails abholt. *lokal* meint dabei, dass das Programm die E-Mails aus einem lokalen Verzeichnis liest (üblicherweise `/var/spool/mail/user`).

Die Spalte *versenden* beschreibt, welche Methoden das Programm zum Versenden von E-Mails kennt. Hier bezieht sich *lokal* darauf, dass E-Mails direkt an einen lokalen Mail-Dämon (in der Regel `sendmail`) übergeben werden können, ohne dabei SMTP zu verwenden. Beachten Sie aber, dass SMTP auch zur Kommunikation mit dem auf dem lokalen Rechner laufenden Programm `sendmail` verwendet werden kann.

Die Spalte *speichern* beschreibt, in welchem Verzeichnis E-Mails per Default gespeichert werden. (Dabei kommt immer das `mbox`-Format zum Einsatz.)

	E-Mails abholen	versenden	speichern
Netscape 4.n	lokal/POP/IMAP	lokal/SMTP	<code>~/nsmail</code>
Netscape 6.n	POP/IMAP	SMTP	<code>~/mozilla/.../Mail</code>
Mozilla 0.93	POP/IMAP	SMTP	<code>~/mozilla/.../Mail</code>
kmail 1.3	lokal/POP/IMAP	lokal/SMTP	<code>~/Mail</code>
Balsa 1.1.7	lokal/POP/IMAP	SMTP	<code>~/mail</code>
Evolution 0.12.99	lokal/POP/IMAP	lokal/SMTP	<code>~/evolution/lokal</code>
pine 4.33	lokal/POP/IMAP	lokal/SMTP	<code>~/Mail</code>

kmail ist erst ab KDE-Version 2.2 IMAP-kompatibel.

Bei Balsa werden die IMAP-Funktionen im Handbuch als noch experimentell bezeichnet.

Evolution befand sich noch im Beta-Test, als ich das Programm ausprobiert habe. Es funktionierte aber schon recht gut. (Die IMAP-Funktionen habe ich allerdings nicht getestet.)

pine unterstützt zwar POP, allerdings nur im Online-Modus. (Es muss also ständig eine Internet-Verbindung bestehen.)

Falls Sie mit keinem der obigen E-Mail-Clients zufrieden sind, gibt es noch einige weitere Programme, die in diesem Buch aber nicht weiter beschrieben werden:

mail: minimalistischer Mail-Client; geeignet zur Script-Programmierung

elm: ein klassisches, textbasiertes Unix-E-Mail-Programm

mutt: der Nachfolger von elm

Emacs/XEmacs: Universalprogramm; enthält auch einen E-Mail-Client

Magellan: ein KDE-Groupware-Programm; noch in der Beta-Phase

Aethera: noch ein KDE-Groupware-Programm; ebenfalls in der Beta-Phase

17.3 Netscape 6.n, Mozilla

Die E-Mail-Clients von Netscape 6.n und Mozilla unterscheiden sich nur durch Details, die Konfiguration ist aber fast identisch. Aus diesem Grund werden die beiden Programme gemeinsam beschrieben.

Generell zeichnet sich der E-Mail-Client durch eine schöne Oberfläche aus. Das Programm eignet sich in erster Linie für E-Mail-Einsteiger. Die Bedienung ist ausgesprochen einfach. Allerdings kann das Programm weder mit der Effizienz noch mit dem Funktionsreichtum anderer E-Mail-Clients mithalten.

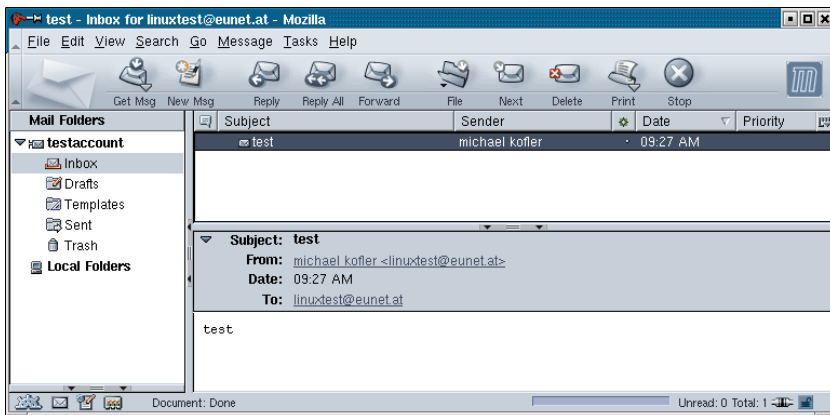


Abbildung 17.1: Der Mozilla-E-Mail-Client

Standalone-Konfiguration: Den E-Mail-Client starten Sie mit TASKS|MAIL. Wenn Sie das Kommando zum ersten Mal ausführen, erscheint automatisch ein Assistent, der Ihnen bei der Konfiguration hilft. Sie können diesen Assistenten auch manuell mit EDIT|MAIL/NEWS-ACCOUNT aufrufen. (Dieses Menükommando bezieht sich auf das Mail-Fenster.) Der Assistent besteht aus den folgenden Dialogen:

- **IDENTITY:** Hier geben Sie Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse an.
- **SERVER INFORMATION:** Als **INCOMING SERVER** kommt entweder POP oder IMAP in Frage. Außerdem müssen Sie den Namen des Servers angeben (im Beispiel dieses Kapitels also `pop.provider.de`).

Als **OUTGOING SERVER** geben Sie den Namen des SMTP-Servers an (`mail.provider.de`).

- **USER NAME:** Die Beschriftung dieses Dialogs ist ein wenig irreführend. Hier müssen Sie den POP-Loginnamen angeben. Mozilla schlägt den Beginn der E-Mail-Adresse vor (hofer). Bei vielen Providern müssen Sie hier aber stattdessen einen anderen Namen angeben (`mbx42334`). (Nach dem Passwort werden Sie übrigens erst gefragt, wenn Sie zum ersten Mal E-Mails bei Ihrem Provider abholen.)
- **ACCOUNT NAME:** Dieser Name bezeichnet die Gesamtkonfiguration. (Es ist möglich, mehrere Accounts einzurichten, wenn Sie E-Mails von mehreren Providern abholen möchten. In diesem Fall helfen Ihnen die Account-Namen bei der Auswahl der richtigen Konfiguration.)

HINWEIS

Beachten Sie, dass Sie aus unerfindlichen Gründen die Adresse des **INCOMING SERVERS** (POP) und den POP-Loginnamen nachträglich nicht mehr ändern können. Wenn Ihnen hier ein Fehler unterläuft, müssen Sie einen neuen Account einzurichten.

Wenn Sie die Account-Einstellungen mit **EDIT|MAIL ACCOUNT** nach der Erstkonfiguration nochmals ansehen, werden Sie feststellen, dass der Assistent Ihnen eine Menge weiterer Einstellmöglichkeiten unterschlagen hat. Beispielsweise können Sie einstellen, ob das Programm regelmäßig überprüft, ob neue E-Mails eingetroffen sind (oder ob Sie das nur manuell machen möchten), in welchem Verzeichnis die E-Mails gespeichert werden sollen etc.

Unix-typische Konfiguration: Mit den getesteten Versionen (Netscape 6.1 bzw. Mozilla 0.93) ist es leider nicht möglich, eine Unix-typische Konfiguration einzurichten, bei der eintreffende E-Mails aus der Datei `/var/spool/mail/name` gelesen werden. Eventuell wird diese Funktion bei späteren Versionen noch hinzugefügt. (Netscape 4.n bietet diese Möglichkeit – siehe unten.)

E-Mail-Verzeichnis: E-Mails werden in einem Unterverzeichnis zu `~/ .mozilla` gespeichert. Der genaue Pfad wird im Konfigurationsdialog **ACCOUNTNAME|SERVER SETTINGS** angezeigt.

Zur Speicherung der Mailboxes wird zwar das `mbox`-Format verwendet, es ist aber leider nicht ohne weiteres möglich, Mailbox-Dateien anderer Programme mit Netscape 6.n oder Mozilla zu verwenden. Offensichtlich gibt es neben den Mailbox-Dateien weitere Dateien mit Informationen darüber, welche Mailboxes es gibt und wo sie sich befinden.

Netscape 6.n: Im Unterschied zu Mozilla ermöglicht Netscape eine komfortable Konfiguration für Netscape WebMail- und für AOL-Mail-Accounts.

17.4 Netscape 4.n

Unix-typische Konfiguration: Die E-Mail-Konfiguration von Netscape 4.n sieht ganz ähnlich aus wie bei Mozilla bzw. Netscape 6.n. Deswegen werden hier nur die Details für eine Unix-typische Konfiguration beschrieben. Alle Einstellungen erfolgen im Konfigurationsdialog EDIT|PREFERENCES|MAIL|MAIL SERVERS:

- OUTGOING MAIL SERVER: Hier geben Sie einfach localhost an.
- INCOMING MAIL SERVER: Hier fügen Sie einen neuen Eintrag mit dem Server-Typ MOVEMAIL ein. (Gegebenenfalls müssen Sie vorher schon vorhandene POP-Accounts löschen.)

Als USER NAME geben Sie den Namen an, unter dem Ihre E-Mails in /var/spool/mail gespeichert werden (also Ihren Linux-Loginnamen).

Netscape legt beim Lesen von E-Mails eine Locking-Datei in /var/spool/mail an. Das klappt allerdings nur, wenn das Programm in diesem Verzeichnis Daten schreiben kann. Aus diesem Grund müssen die Zugriffsrechte für /var/spool/mail erweitert werden:

```
root#  chmod a+w /var/spool/mail
```

Das hat den Nachteil, dass jetzt jeder Nutzer nach Belieben in diesem Verzeichnis Daten ablegen kann. Die Alternative besteht darin, statt des in Netscape eingebauten Programms movemail ein externes Programm für diesen Zweck zu verwenden und diesem Programm SETUID-Rechte zu geben. Netscape sieht zwar den Aufruf eines externen Programms vor, dieses müssen Sie aber selbst installieren.

E-Mail-Verzeichnis: E-Mails werden im Verzeichnis ~/nsmail gespeichert.

17.5 kmail (KDE-Mail)

Das Programm kmail gehört zu KDE, kann aber selbstverständlich auch unabhängig davon verwendet werden. Das Programm ist einfach zu konfigurieren, praktisch in der Handhabung und unterstützt seit KDE-Version 2.2 auch IMAP. Für KDE-Anwender besteht der Hauptvorteil in der guten Integration mit dem Desktop (Drag&Drop).

Die Konfiguration des Programms erfolgt mit EINSTELLUNGEN|EINRICHTUNG. Im Dialogblatt IDENTITÄT geben Sie Ihren vollständigen Namen und Ihre E-Mail-Adresse an.

Standalone-Konfiguration: Im Dialogblatt NETZWERK wählen Sie die Versandart SMTP aus und geben die Adresse des SMTP-Servers ein. Zum Abholen Ihrer E-Mails fügen Sie im Listenfeld EINGEHENDE E-MAIL ein POP3-Postfach hinzu.

Im POP-Dialog müssen Sie lediglich die Felder BENUTZER, PASSWORT und SERVER ausfüllen – alle anderen Angaben sind optional. Falls Sie Ihr E-Mail-System im Offline-

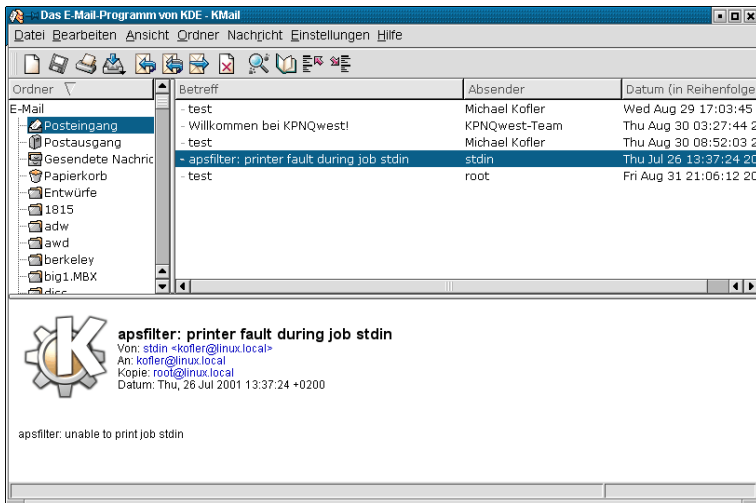


Abbildung 17.2: E-Mail lesen mit kmail

Modus betreiben möchten, sollten Sie im POP-Dialogblatt **EIGENSCHAFTEN** die Sendemethode **SPÄTER SENDEN** einstellen.

Unix-typische Konfiguration: Im Dialogblatt **NETZWERK** stellen Sie die Versandart **SENDMAIL** ein. Falls sendmail an einem ungewöhnlichen Ort installiert ist, müssen Sie den exakten Pfad zum Programm angeben.

Zum Abholen der E-Mails verwenden Sie ein **LOKALES POSTFACH**. Im Konfigurationsdialog müssen Sie den Pfad zur E-Mail-Datei angeben (normalerweise `/var/spool/mail/user`).

E-Mail-Verzeichnis: kmail verwendet das Verzeichnis `~/Mail` zur Speicherung von E-Mails. Beim ersten Start werden dieses Verzeichnis und darin automatisch die E-Mail-Ordner (inbox, outbox, sent-mail und trash) angelegt.

Filter: Wenn Sie regelmäßig sehr viele E-Mails erhalten, lohnt sich die Definition einiger Filterregeln (**EINSTELLUNGEN|FILTER**), mit denen neue E-Mails automatisch in verschiedene Verzeichnisse verschoben bzw. ganz gelöscht werden.

Mailbox- und Adressbuch-Import: Ab KDE 2.2 wird zusammen mit kmail das Programm `kmailcv` mitgeliefert. Mit diesem Programm können Outlook-Express- und Pegasus-Mail-Mailboxes sowie diverse E-Mail-Adressbuch-Formate konvertiert werden. Tipps zur Konvertierung von Mailboxes finden Sie auf Seite 719.

17.6 Balsa (Gnome-Mail)

Das Default-E-Mail-Programm des Gnome-Desktops heißt *balsa*. Das Programm ist wie *kmail* einfach zu bedienen. Allerdings hinterließ die getestete Version 1.1.17 noch einen etwas unausgereiften Eindruck: Insbesondere sind die Konfigurationsmöglichkeiten zum Teil schwer zu finden und in ihrer Logik nicht immer nachvollziehbar.

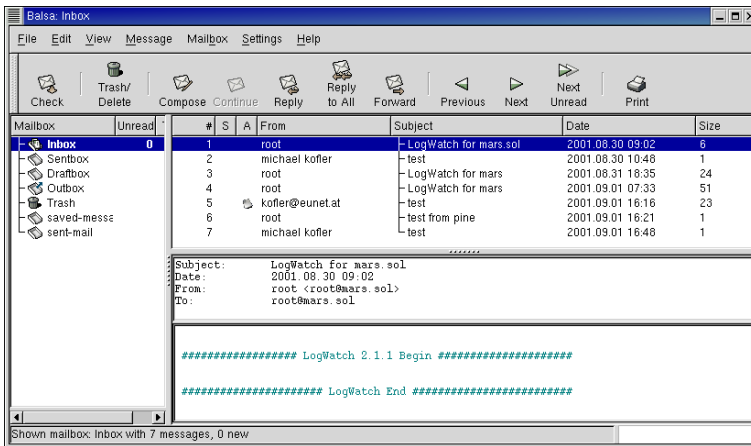


Abbildung 17.3: E-Mail lesen mit Balsa

Standalone-Konfiguration: Im Konfigurationsdialog (SETTINGS|PREFERENCES) geben Sie bei OUTGOING MAIL den Namen des SMTP-Servers an. Außerdem müssen Sie einen REMOTE MAILBOX SERVER definieren. Im MAILBOX-CONFIGURATOR-Dialog geben Sie den Namen des POP-Servers sowie den Loginnamen und das Passwort an. Vergessen Sie nicht, die Option CHECK THIS MAILBOX FOR NEW MAIL zu aktivieren! Diese Option ist erforderlich, damit der Account beim Anklicken des CHECK-Buttons automatisch berücksichtigt wird.

Unix-typische Konfiguration: Für diese Art der Konfiguration geben Sie bei OUTGOING MAIL einfach localhost an. Es ist nicht notwendig, eine REMOTE MAILBOX zu definieren, weil Balsa die Datei `/var/spool/mail/name` per Default als Inbox verwendet (siehe unten).

IMAP: Balsa unterstützt zwar bereits IMAP, in der Dokumentation werden diese Funktionen aber noch als experimentell bezeichnet. Im Konfigurationsdialog suchen Sie noch vergebens nach IMAP. Um eine IMAP-Mailbox zu erstellen, müssen Sie stattdessen das Menükommando FILE|NEW|REMOTE IMAP MAILBOX/FOLDER/SUBFOLDER verwenden.

E-Mail-Verzeichnis: Zur Speicherung lokaler E-Mails wird per Default das Verzeichnis `~/mail` verwendet. Ziemlich ungewöhnlich ist der Umgang mit Inbox: Balsa verwendet generell die Datei `/var/spool/mail/name` als Inbox. Falls externe Mailboxes (POP, IMAP) definiert sind, fügt Balsa neu eintreffende E-Mails selbst in die Inbox-Datei ein.

Im Balsa-Fenster zum Verfassen neuer E-Mails lautet die Reihenfolge der drei E-Mail-Kopfzeilen To/Subject/CC. Bei den meisten anderen Programmen ist die Reihenfolge dagegen To/CC/Subject. Achten Sie darauf, dass Sie nicht irrtümlich den Betreff in die CC-Zeile eingeben – dann kann die E-Mail wegen der falschen Adresse nämlich nicht versandt werden!

17.7 Evolution

Das Programm Evolution nimmt in diesem Kapitel insofern eine Sonderstellung ein, als es sich dabei nicht um einen einfachen E-Mail-Client handelt, sondern um ein Groupware-Programm. Ähnlich wie Microsoft Outlook hilft Evolution bei der Zeit-, Projekt- und Terminplanung. Das Programm kann mit Microsoft Exchange, Lotus Notes und anderen vergleichbaren Servern kommunizieren, sofern diese das iCalendar-Protokoll unterstützen.

Der Installationsumfang von zurzeit immerhin 35 MByte macht klar, dass Evolution trotz seiner wunderschönen Oberfläche zu groß und behäbig ist, um damit gelegentlich zwei oder drei E-Mails zu lesen oder zu verfassen. In diesem Abschnitt werden nur ganz kurz die E-Mail-Fähigkeiten des Programms beschrieben. Alle Informationen beziehen sich auf die Beta-Version 0.12.99. Das Programm hat bei mir übrigens trotz seines Beta-Stadiums einen exzellenten Eindruck hinterlassen. Weitere Informationen finden Sie unter:

<http://www.ximian.com/products/ximian-evolution/>

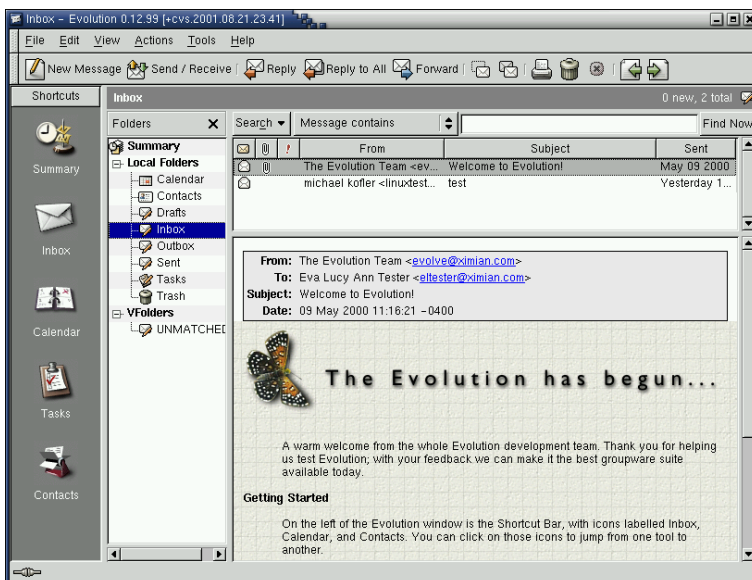


Abbildung 17.4: Das Groupware-Programm Evolution

Standalone-Konfiguration: Mit `TOOLS|MAIL|ACCOUNTS|ADD` gelangen Sie in den Account-Assistenten. Dort geben Sie im `IDENTITY`-Dialogblatt Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse an, im Blatt `RECEIVING MAIL` den Namen des POP-Servers und den POP-Benutzernamen sowie im Blatt `SENDING MAIL` den Namen des SMTP-Servers. Nach dem POP-Passwort werden Sie erst beim ersten Verbindungsaufbau gefragt.

Unix-typische Konfiguration: Im Dialog `RECEIVING MAIL` geben Sie als Server-Typ `STANDARD UNIX MAILBOX FILE` an. Im Dialog `SENDING EMAIL` lautet der korrekte Server-Typ `SENDMAIL`.

E-Mail-Verzeichnis: Zur Speicherung lokaler E-Mails wird per Default das Verzeichnis `~/evolution/local` verwendet. E-Mails werden zwar per Default im `mbox`-Format gespeichert, allerdings befindet sich jede Mailbox in einem eigenen Verzeichnis und hat den Namen `mbox`. Außerdem befinden sich in jedem Verzeichnis weitere Dateien zur internen Verwaltung. Es ist daher nicht ohne weiteres möglich, E-Mails zwischen Evolution und anderen E-Mail-Clients auszutauschen. Evolution besitzt einen Import-Assistenten, mit dem unter anderem Mbox- und Outlook-Express-4-Mailboxes importiert werden können.

Filter: Eintreffende und zu versendende E-Mails können durch Filterregeln farbig markiert, mit Prioritätswerten versehen, in verschiedene Verzeichnisse kopiert oder automatisch gelöscht werden. In den Filterdialog gelangen Sie mit `TOOLS|FILTERS`.

Virtuelle Verzeichnisse: Evolution ist in der Lage, alle Nachrichten, die bestimmten Regeln entsprechen, in virtuellen Verzeichnissen darzustellen. Ein virtuelles Verzeichnis bedeutet, dass die E-Mails dort nicht physikalisch gespeichert werden, aber dass auf sie zugegriffen werden kann. Das erleichtert die Gruppierung zusammengehörender Nachrichten, die physikalisch in unterschiedlichen Verzeichnissen gespeichert werden.

17.8 pine

`pine` zählt zu den klassischen E-Mail-Clients unter Linux bzw. Unix. Das Programm läuft im Textmodus, was von manchen Anwendern im Zeitalter grafischer Benutzeroberflächen meist als Nachteil angesehen wird. Übersehen Sie aber nicht die Vorteile:

- `pine` ist ein relativ 'altes' Programm, d. h. es ist ausgereift und stabil.
- `pine` ist via Tastatur sehr effizient zu bedienen. Diesen Vorteil werden Sie zu schätzen lernen, wenn Sie große Mengen von E-Mails verarbeiten.
- `pine` läuft auch in einer Textkonsole bzw. via `telnet` oder `ssh`.

Leider sind die Konfiguration und Bedienung von `pine` nicht ganz so intuitiv wie die der vorangegangenen Programme, weswegen dieser Abschnitt recht umfangreich ausfällt. Lassen Sie sich davon nicht abschrecken!

Weitere Informationen zu pine (inklusive einer hervorragenden FAQ-Sammlung) finden Sie im Internet:

<http://www.washington.edu/pine>

Konfiguration

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Programmen kann pine nicht als Standalone-Programm für den Offline-Betrieb verwendet werden. Die Verwendung von pine setzt voraus, dass Sie entweder eine ständige Verbindung zum Internet haben oder dass Sie sendmail (siehe Seite 735) und fetchmail für den Offline-Betrieb konfigurieren (siehe Seite 738).

pine kann wahlweise durch das Kommando `(S)` (Setup) oder durch eine direkte Veränderung der Datei `~/.pinerc` konfiguriert werden. (Die erste Variante bietet eine komfortable Online-Hilfe mit `(?)`, dafür ist die zweite Variante für pine-Profis deutlich effizienter.)

Falls die Konfigurationsdatei noch nicht existiert, kann sie mit `pine -conf > .pinerc` erzeugt werden. Die Konfigurationsdatei ist ausführlich dokumentiert, sodass eine Veränderung der Einstellungen kein Problem darstellen sollte. In den folgenden Absätzen werden nur einige wichtige Einstellmöglichkeiten dokumentiert.

Account-Konfiguration

pine verwendet in der Defaultkonfiguration sendmail zum Versenden eigener E-Mails und liest eingetragene Nachrichten aus `/var/spool/mail/user`.

personal-name=Manfred Hofer: Gibt Ihren vollen Namen an, der als Absender angegeben werden soll. Wenn **personal-name** nicht eingestellt wird, verwendet pine den Namen aus der `passwd`-Datei.

customized-hdrs=From:hofer@provider.de: Gewöhnlich verwendet pine als Absenderadresse die Kombination aus Ihrem Linux-Loginnamen und dem lokalen Netzwerknamen des Rechners (also etwa `kofler@uranus.sol`). Wenn Sie möchten, dass stattdessen Ihre E-Mail-Adresse eingesetzt wird, verwenden Sie die Option **customized-hdrs**. Vergessen Sie nicht, dass Sie der E-Mail-Adresse **From:** voranstellen müssen! (Genau genommen bestimmen Sie mit **customized-hdrs**, wie pine die Header-Zeilen der E-Mail manipulieren soll.)

Standalone-Konfiguration: pine ist nur schlecht für eine Standalone-Konfiguration geeignet – aber es geht. Die einzige Bedingung besteht darin, dass während der Verwendung des Programms ständig eine Internet-Verbindung besteht. (Ein Offline-Betrieb ist nicht möglich.) Beachten Sie auch, dass pine die Inbox beim Provider nur beim Programmstart liest. Später eintreffende E-Mails werden erst bemerkt, wenn pine beendet und neu gestartet wird.

smtp-server=mail.provider.de: Diese Einstellung bewirkt, dass pine zu versendende E-Mails nicht an sendmail weitergibt, sondern den angegebenen SMTP-Server kontaktiert.

inbox-path={pop.provider.de/pop3/user=mbx42334}INBOX: pine verwendet nun die Inbox des POP-Servers. Beachten Sie die eigenwillige Syntax:

{popservername/pop3/user=poploginname}INBOX

Es ist aus Sicherheitsgründen nicht möglich, das POP-Passwort anzugeben. Stattdessen fragt pine bei jedem Programmstart danach. Wenn Ihnen das zu lästig ist und Sie das Passwort speichern möchten, müssen Sie pine neu kompilieren und dabei die PASSFILE-Option ändern. Details finden Sie unter:

<http://www.washington.edu/pine/tech-notes/installation.html#compile>

Unix-typische Konfiguration: pine ist für diese Art der Verwendung konzipiert. Es ist keinerlei Konfiguration erforderlich (wenn man einmal von der Einstellung des Namens und der E-Mail-Adresse absieht). Allerdings muss sendmail zur Verfügung stehen. Außerdem muss sich fetchmail um die Abholung der E-Mails kümmern. Tipps zur Konfiguration dieser beiden Programme für den Offline-Betrieb finden Sie ab Seite 735.

Konfiguration der Benutzeroberfläche

enable-aggregate-command-set: Ermöglicht die gleichzeitige Verarbeitung mehrerer E-Mails (siehe Seite 734).

enable-tab-completion: Ermöglicht die Vervollständigung der Namen von Foldern mit **(Tab)** (wie in der Shell).

use-current-dir: Dateioperationen werden relativ zum Verzeichnis durchgeführt, aus dem pine gestartet wurde. (Ohne diese Einstellung wird das Heimatverzeichnis verwendet.) Die Einstellung ist praktisch, wenn Sie häufig Attachments versenden, E-Mails in Dateien speichern (EXPORT) etc.

signature-file=Dateiname: Gibt eine Datei an, die pine automatisch in jede von Ihnen verfasste Nachricht einfügt. Dabei kann es sich um ein Logo, Ihre Adresse, Telefon- und Faxnummern etc. handeln, also lauter Angaben, die Sie nicht ständig neu eingeben möchten.

editor=/usr/bin/emacs: Bestimmt den Editor, den Sie mit **(Strg)+⌘** (also **(Shift)+(Strg)+⌘**) starten können, wenn Ihnen der Standardeditor von pine nicht ausreicht.

character-set=ISO-8859-1: Gibt den Zeichensatz an, der auf Ihrem Rechner verwendet wird. Wenn diese Angabe fehlt, nimmt pine an, dass Ihr Rechner nur den US-ASCII-Zeichensatz kennt, was Probleme mit deutschen Sonderzeichen verursachen kann.

Ausführliche Online-Informationen zu pine erhalten Sie über die Hilfefunktionen des Programms (RELEASE NOTES und HELP im Hauptmenü, (Strg)+(G) im Editor). Außerdem existiert ein eher knapper man-Text.

Bedienung

In pine existieren zumindest drei Mappen: inbox für neu eingetroffene Mail, sent-mail für selbst verfasste und mit pine versandte Nachrichten sowie saved-messages für Nachrichten, die mit dem Kommando SAVE aus Inbox dorthin übertragen werden. Wenn bei SAVE ein anderer Mappenname angegeben wird, erzeugt pine automatisch eine neue Mappe dieses Namens.

pine speichert seine Mappen (Folder) mit Ausnahme von inbox im Verzeichnis ~/mail. Für die Mappe inbox legt pine keine eigene Datei an, sondern greift auf die Mail-Datei in /var/spool/mail zu.

Alte E-Mails werden (nach einer Rückfrage) an jedem Monatsanfang von sent-mail nach sent-mail-*mmm-jj* übertragen, wobei *mmm* ein Kürzel für den Monat und *jj* die Jahreszahl ist. Auf diese Weise wird vermieden, dass die sent-mail-Mappe unbeschränkt groß wird. Außerdem können Sie bei dieser Gelegenheit alte sent-mail-Mappen löschen. Alle anderen Mappen sind von diesem Aufräumprozess nicht betroffen.

pine meldet sich nach dem Start mit folgendem Menü:

```
PINE 4.33      MAIN MENU                                     Folder: INBOX   4 Messages

?      HELP                      - Get help using Pine
C      COMPOSE MESSAGE          - Compose and send a message
I      FOLDER INDEX             - View messages in current folder
L      FOLDER LIST              - Select a folder to view
A      ADDRESS BOOK             - Update address book
S      SETUP                    - Configure or update Pine
Q      QUIT                     - Exit the Pine program
```

Copyright 1989-2001. PINE is a trademark of the University of Washington.

[Folder "INBOX" opened with 0 messages]

```
? Help                      P PrevCmd                      R RelNotes
O OTHER CMDS L [ListFldrs] N NextCmd                      K KBlock
```

Wenn Sie die aktuelle Post lesen möchten, wählen Sie also über FOLDER LIST die Mappe inbox aus. pine zeigt dann eine Liste aller Nachrichten (jeweils mit Datum, Absender, Größe in Bytes und Subject-Zeile) an:

```
1  Dec 13 Susanne Spitzer      (4,411) Re: CDs und Buecher
2  Dec 16 Susanne Spitzer      (2,310) Re: Abgabetermin fuer Linux-CD
3  Dec 18 christian mock        (2,493) Re: Frage zu Mail unter PPP (fwd)
N 4  Dec 21 Michael Kofler      (401)  testmail an mich selbst
```

Neue, noch nicht gelesene Mail wird mit dem vorangestellten Buchstaben N gekennzeichnet. Mit den Cursortasten können Sie nun eine Mail aussuchen und diese mit (←) lesen.

Innerhalb einer E-Mail-Liste funktionieren bei korrekter Tastaturkonfiguration die Cursor-Tasten. Außerdem sind folgende Tastaturkommandos möglich:

pine-Tastenkürzel

(N)	zur nächsten E-Mail (next)
(P)	zur vorigen E-Mail (previous)
(+)	eine Seite nach unten blättern
(-)	eine Seite nach oben blättern
(W)	Text innerhalb der E-Mail-Liste suchen (Suche beschränkt sich auf Überschrift)

Während Sie eine E-Mail lesen, stehen Ihnen einige weitere Kommandos zur Verfügung. Die möglichen Kommandos werden in zwei Kommandozeilen am unteren Bildschirmrand angezeigt. Kommandos werden durch die Eingabe des Anfangsbuchstabens ausgewählt.

? Help	M Main Menu	P PrevMsg	- PrevPage	D Delete	R Reply
O OTHER CMDS	V ViewAttach	N NextMsg	Spc NextPage	U Undelete	F Forward

OTHERS zeigt die Namen einiger weiterer selten benötigter Kommandos an:

? Help	Q Quit	L ListFldrs	I Index	Y Print	S Save
O OTHER CMDS	C Compose	G GotoFldr	W WhereIs	T TakeAddr	E Export

Die Bedeutung der meisten Kommandos ist ohnedies offensichtlich. Erklärungsbedürftig sind DELETE, UNDELETE und SAVE: Mit DELETE markieren Sie eine Nachricht als gelöscht. Die Nachricht bleibt aber vorläufig noch in der Liste; sie wird erst beim Verlassen von pine (und auch dann erst nach einer Rückfrage) gelöscht. Mit UNDELETE kann eine Löschmarkierung wieder aufgehoben werden.

SAVE markiert eine Nachricht ebenfalls als gelöscht, gleichzeitig wird die Nachricht aber in eine andere Mappe kopiert. Dabei wird die Mappe saved-messages vorgeschlagen. Sie können aber auch den Namen einer anderen Mappe angeben, die (falls sie noch nicht existiert) durch dieses Kommando erzeugt wird.

EXPORT überträgt die aktuelle Nachricht in eine Textdatei. Das ist dann praktisch, wenn Sie die Nachricht später mit einem Texteditor oder einem anderen Programm weiterverarbeiten möchten (etwa zur Entschlüsselung einer uu-codierten Nachricht).

Die Kommandos COMPOSE, REPLY und FORWARD führen alle in den Editor von pine. COMPOSE dient zum Verfassen einer vollkommen neuen E-Mail. Mit REPLY antworten Sie auf die aktive Nachricht. pine füllt dabei automatisch die To:- und Subject:-Felder aus und kann die ursprüngliche Nachricht – eingerückt durch >-Zeichen – in die Antwort einfügen. Mit FORWARD senden Sie die unveränderte Nachricht an einen anderen Empfänger weiter. Dabei können Sie die Nachricht auch ergänzen.

Die Bedienung des Editors pico ist ziemlich problemlos. Lediglich (Pos1) und (Ende) bereiten oft Probleme. Auf jeden Fall funktionieren die folgenden Strg-Tastenkürzel.

pico-Tastenkürzel

(Strg)+(A)	zum Beginn der Zeile (entspricht (Pos1))
(Strg)+(D)	Zeichen löschen (entspricht (Entf))
(Strg)+(E)	zum Ende der Zeile (entspricht (Ende))
(Strg)+(H)	Zeichen rückwärts löschen (entspricht (Backspace))
(Strg)+(I)	setzt einen Markierungspunkt
(Strg)+(K)	löscht die aktuelle Zeile oder den markierten Text
(Strg)+(U)	fügt den gelöschten Text wieder ein
(Strg)+(R)	fügt eine Textdatei in die Nachricht ein
(Strg)+(X)	versendet die Nachricht
(Strg)+(C)	bricht das Verfassen der Nachricht ab
(Strg)+(O)	startet den in <code>~/ .pinerc</code> eingestellten Editor

TIPP

Wenn Sie, während Sie eine E-Mail schreiben, auf eine alte E-Mail zugreifen oder neue E-Mails lesen möchten, können Sie den Prozess mit **(Strg)+(O)** unterbrechen. Die halbfertige E-Mail wird dann in der Mappe `postponed-messages` gespeichert und kann später (sobald Sie `COMPOSE` wählen) fertig gestellt werden. Es dürfen sogar mehrere halbfertige E-Mails zwischengelagert werden.

Mit `pine` können Sie nicht nur Ihre E-Mail verwalten, sondern auch Ihr E-Mail-Adressbuch. Im Hauptmenü gelangen Sie über `ADDRESS BOOK` in eine Liste, in der alle gespeicherten Adressen eingetragen sind. Wenn Sie dort das Kommando `COMPOSE` wählen, trägt `pine` die aktuelle Adresse gleich in das Adressfeld der neu zu verfassenden Mail ein. Umgekehrt können Sie, während Sie eine Nachricht lesen, die Absenderadresse mit dem Kommando `TAKEADR` in das Adressbuch aufnehmen. Das Adressverzeichnis wird in der Textdatei `~/ .addressbook` gespeichert.

TIPP

Das Adressbuch eignet sich hervorragend dazu, kleine Mailing-Listen zu verwalten. Sie können beispielsweise einen Eintrag 'vertrieb' definieren und darin alle Adressen von Mitarbeitern im Vertrieb angeben. Wenn Sie eine E-Mail an diese Gruppe senden möchten, müssen Sie als Adresse nur noch 'vertrieb' eingeben.

Nachrichten sortieren, Texte suchen

Nachrichten werden innerhalb eines Folders normalerweise in der Reihenfolge des Eingangs gespeichert. Mit dem Kommando `SORTINDEX` (Kürzel `$`) können Sie die Reihenfolge ändern. Die neue Sortierfolge wird allerdings nicht gespeichert. Eine bleibende Sortierfolge – die dann allerdings für alle Folders gilt – können Sie im Konfigurationsmenü einstellen (siehe oben).

In `pine` fehlt leider eine richtige Suchfunktion. `WHEREIS` bezieht sich immer nur auf den sichtbaren Text, d. h. entweder auf die Überschriftenliste der E-Mails oder auf eine spezielle E-Mail.

Binärdateien mit pine senden und empfangen

Wenn Sie selbst eine Datei mit einer E-Mail versenden möchten, stellen Sie den Eingabecursor beim Verfassen der Nachricht in das `Attchmnt:-`Feld und führen das Kommando `(Strg)+(J)` aus. `pine` fragt Sie jetzt nach dem Dateinamen der Datei, die Sie übertragen möchten, und anschließend nach einem Kommentar zu dieser Datei (eine kurze Erklärung zum Inhalt und/oder dessen Datenformat). Sie können übrigens auch mehrere Dateien mit einer E-Mail mitsenden.

Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn Sie selbst eine E-Mail mit angehängter Datei erhalten. In diesem Fall wird in `pine` nur die normale Nachricht angezeigt. Einige Infozeilen weisen darauf hin, dass weitere Dateien zu dieser Nachricht gehören. Diese Dateien können Sie mit `VIEWATTCH` betrachten bzw. als eigene Datei auf Ihrem Rechner speichern. Zum Bearbeiten der ersten Anlage müssen Sie als Attachment-Nummer 2 eingeben (weil `pine` der normalen Nachricht die Nummer 1 zuweist). Ein Betrachten der beigefügten Datei hat natürlich nur dann einen Sinn, wenn die binäre Datei im Textformat vorliegt (was eher der Ausnahmefall ist).

Gruppen von E-Mails bearbeiten

Wenn Sie sehr viele E-Mails erhalten, wird die Bearbeitung jeder einzelnen E-Mail rasch mühsam. Oft besteht der Wunsch, alle E-Mails, die ein bestimmtes Kriterium erfüllen, gemeinsam zu löschen, in einen bestimmten Folder zu verschieben etc. `pine` stellt entsprechende Kommandos zur Verfügung; diese müssen aber zuerst in der Konfiguration aktiviert werden: `enable-aggregate-command-set`, (siehe oben).

Sie können jetzt mit `SELECT` (Tastaturkürzel `(S)`) eine Gruppe von E-Mails auswählen. Dazu stehen mehrere Optionen zur Verfügung: Auswahl einer Gruppe von E-Mails, basierend auf deren Nummer (verwenden Sie diese Variante in Kombination mit dem Sortierkommando), Auswahl aller E-Mails, die einen bestimmten Text als Absender, Subject etc. enthalten, Auswahl aller E-Mails für einen Datumsbereich etc. Zur Auswahl einzelner E-Mails können Sie statt `(S)` auch `(s)` verwenden – dieses Kommando bezieht sich auf die E-Mail, in der sich gerade der Cursor befindet. Ausgewählte E-Mails werden durch ein `X` in der linken Spalte gekennzeichnet.

Im zweiten Schritt können Sie nun mit `APPLY` alle ausgewählten E-Mails bearbeiten – beispielsweise löschen, speichern, weiterleiten, Adressen extrahieren etc.

17.9 sendmail- und fetchmail-Offline-Konfiguration

Dieser Abschnitt beschreibt die Konfiguration von `sendmail` und `fetchmail` für ein privates Offline-System (also für einen Rechner, der nicht ständig mit dem Internet verbunden ist). Eine derartige Konfiguration ist nur selten notwendig, beispielsweise dann, wenn Sie einen E-Mail-Client wie `pine` im Offline-Betrieb einsetzen möchten. Für die in diesem Kapitel mehrfach beschriebene Standalone-Konfiguration, die bei den meisten E-Mail-Programmen möglich ist, benötigen Sie dagegen weder `sendmail` noch `fetchmail`!

HINWEIS

Schon an dieser Stelle möchte ich betonen, dass Sie hier *keine* Anleitung zur E-Mail-Konfiguration für mehrere Benutzer finden. Natürlich können Sie mit `sendmail` auch ein E-Mail-System für einen ganzen Betrieb einrichten, wobei alle Teilnehmer Adressen der Form `name@firma.de` bekommen. Leider sprengt die dafür notwendige `sendmail`-Konfiguration den Rahmen dieses Buchs. (`sendmail` ist leider ein sehr komplexes Programm, dessen Konfiguration genug Stoff für ein eigenes Buchs bietet.)

Mail versenden (sendmail)

Das Programm `sendmail` dient dazu, E-Mail von einem Rechner zum nächsten zu versenden. Dabei wird das Protokoll SMTP verwendet. `sendmail` kümmert sich auch um die lokale Zustellung von E-Mails, d. h. es fügt E-Mails, die an lokale Benutzer gerichtet sind, an die Datei `/var/spool/mail/name` an. (Alternativen zu `sendmail` sind `qmail` und `smail`.)

Die hier beschriebene Anwendung – das Versenden einiger weniger Mails einer Person an den Internet-Provider – ist für `sendmail` ein Sonderfall. Das Programm ist eigentlich für das Versenden großer Mengen von E-Mails konzipiert, wobei durch zahllose Optionen sehr komplexe Operationen gesteuert werden können (automatische Veränderung von Empfänger und Sender, Zurückweisung inkorrektter Adressen, automatische Warnungen, wenn eine E-Mail unzustellbar ist etc.). Tatsächlich wird das Programm von unzähligen Universitäten und Internet-Providern eingesetzt, um Millionen von E-Mails täglich zu befördern. Diese Anwendungsmöglichkeiten erklären, warum die Konfiguration von `sendmail` eine eher komplexe Angelegenheit ist (die in diesem Kapitel nicht einmal andeutungsweise erklärt werden kann).

Die meisten Linux-Distributionen sind so konfiguriert, dass `sendmail` während des Init-Prozesses (siehe Seite 359) als Hintergrundprozess (Dämon) gestartet wird. Falls das nicht der Fall ist, ist `sendmail` wahrscheinlich gar nicht installiert.

E-Mail, die nicht sofort zustellbar ist, weil gerade keine Internet-Verbindung besteht, wird im Verzeichnis `/var/spool/mqueue` zwischengespeichert. `sendmail` unternimmt in

regelmäßigen Abständen weitere Zustellversuche. Wenn die E-Mail längere Zeit nicht zustellbar ist, sendet `sendmail` eine E-Mail mit einer Warnung an den Absender.

Selbst wenn Ihr Rechner nur unregelmäßig mit dem Internet verbunden ist, sollte `sendmail` als Hintergrundprozess laufen, weil sich das Programm auch um die rechnerinterne Mail-Zustellung kümmert. (Beispielsweise senden diverse Programme bei Fehlern oder Problemen automatisch eine Mail an `root`.)

TIP

Ob die lokale E-Mail-Zustellung funktioniert, können Sie am einfachsten mit `pine` überprüfen. Senden Sie mit diesem Programm eine E-Mail an `loginname@localhost`. Anschließend testen Sie (ebenfalls mit `pine`), ob Sie diese E-Mail erhalten haben.

VERWEIS

Online-Informationen erhalten Sie mit `man sendmail`. Je nach Distribution sind darüber hinaus zahlreiche Dokumentationsdateien installiert, die Sie mit `rpm -qd sendmail` finden. Sehr hilfreich ist auch das Mail-Administrator-HOWTO. Noch mehr Informationen finden Sie schließlich auf der `sendmail`-Website:

<http://www.sendmail.org>

Für SuSE-Anwender enthält die SuSE-Support-Datenbank einige hilfreiche Artikel:

<http://sdb.suse.de>

Konfiguration

`sendmail` wird durch die Konfigurationsdatei `/etc/sendmail.cf` gesteuert. Bei allen Distributionen wird eine fertige Konfigurationsdatei mitgeliefert, dank der `sendmail` an sich bereits funktionstüchtig ist. Im einfachsten Fall ist daher überhaupt keine Konfiguration erforderlich!

Aber obwohl die vorgegebene Konfigurationsdatei meist schon funktioniert, sind oft kleine Änderungen erforderlich, um `sendmail` optimal an die Besonderheiten eines Offline-Betriebs anzupassen. Bevor Sie `sendmail.cf` verändern, sollten Sie `sendmail` stoppen und es anschließend wieder neu starten. Dazu führen Sie die folgenden Kommandos aus:

```
root# /etc/init.d/sendmail stop
root# /etc/init.d/sendmail start
```

HINWEIS

Laut Dokumentation sollte `sendmail.cf` *nicht* direkt verändert werden. Stattdessen gibt es in `/usr/share/sendmail[-cf]` eine ganze Reihe von Konfigurationsdateien, die etwas übersichtlicher sind als `sendmail.cf` (siehe die README-Datei in diesem Verzeichnis). Aus diesen Dateien wird dann unter Zuhilfenahme des `m4`-Makroprozessors die richtige Konfigurationsdatei `sendmail.cf` erzeugt. Für die in diesem Abschnitt vorgestellten minimalen Änderungen ist diese offizielle Vorgehensweise aber zu umständlich, weswegen hier der direktere Weg beschritten wird.

Hostname-Probleme

sendmail protokolliert Status- und Fehlermeldungen in der `/var/log/mail*-Datei`. (Der genaue Dateiname ist distributionsabhängig – siehe `/etc/syslog.conf`.) Wenn Sie Probleme mit sendmail haben, werfen Sie einen Blick in diese Datei.

Ein besonders häufiges Problem ist die Meldung *unqualified host name (localhost) unknown*. sendmail stellt sich anschließend eine Minute schlafend, bevor es weiterarbeitet. Die Ursache des Problems liegt zumeist darin, dass als Rechnernamen `localhost` verwendet wird. In diesem Fall sieht `/etc/hosts` bei manchen Distributionen so aus:

```
# /etc/hosts: sendmail beklagt sich über unqualified host name
127.0.0.1      localhost
127.0.0.2      localhost.localdomain      localhost
```

Damit kommen zwar die meisten Programme zurecht, nicht aber sendmail. Die Unix-konforme Lösung des Problems besteht darin, dass Sie einen anderen Rechnernamen wählen (myhost, wenn Ihnen nichts Besseres einfällt). Mit der folgenden Datei `/etc/hosts` kann sich dann auch sendmail anfreunden.

```
# /etc/hosts: so klappt's (SuSE)
127.0.0.1      localhost
127.0.0.2      myhost.mydomain      myhost
```

Die andere Variante besteht darin, `localhost` weiter als Rechnernamen zu verwenden, dafür aber in `/etc/hosts` auch für `localhost` den vollständigen Rechnernamen anzugeben. (Das widerspricht allerdings der goldenen Regel, wonach `localhost` auch ohne Erweiterung als *fully qualified* gilt.) Red Hat ist normalerweise so konfiguriert, wenn nur ein Loopback-Netzwerk konfiguriert wurde (der Rechner also nicht Teil eines lokalen Netzes ist).

```
# /etc/hosts: so klappt's auch (Red Hat)
127.0.0.1      localhost.localdomain      localhost
```

Veränderung von Timeout-Einstellungen

In `sendmail.cf` gibt es einen eigenen Abschnitt, in dem verschiedene Timeout-Einstellungen vorgenommen werden können. Diese Einstellungen steuern, wie sich sendmail verhält, wenn eine E-Mail längere Zeit nicht zugestellt werden kann. In der Defaulteinstellung sendet sendmail dem Absender nach vier Stunden eine E-Mail, dass die E-Mail bis jetzt nicht zugestellt werden konnte. sendmail versucht dann aber noch fünf weitere Tage, die E-Mail zuzustellen.

Wenn Sie nur sehr unregelmäßig eine Verbindung zum Internet herstellen, sollten Sie das Zeitintervall für die Warnschwelle vergrößern:

```
# Änderung in /etc/sendmail.cf
# Nach einem Tag bekommt der Absender einer unzustellbaren
# E-Mail eine Warnung; sendmail bemüht sich aber weiter
# um die Zustellung
O Timeout.queuewarn=1d
```

In welchen Zeitabständen `sendmail` versucht, E-Mails zuzustellen, wird beim Start von `sendmail` durch die Option `-qzeit` gesteuert (etwa `-q1h` für stündliche Zustellversuche). Der Start erfolgt durch das Script `/etc/init.d/sendmail`.

Lokale Zustellung von E-Mails

Damit die lokale Zustellung von E-Mails durch `sendmail` funktioniert, muss die Datei `/var/spool/mail/name` existieren. Gegebenenfalls müssen Sie diese Datei selbst anlegen! (namexyz muss ein gültiger Loginname am lokalen Rechner sein.)

```
root# touch /var/spool/mail/namexyz
root# chown namexyz /var/spool/mail/namexyz
root# chmod 600 /var/spool/mail
```

Mail-Warteschlange ansehen (mailq)

`mailq` oder das gleichwertige Kommando `sendmail -bp` zeigt eine Liste aller Mails an, die zwar von einem Mail-Programm abgesandt wurden, aber noch nicht weitergeleitet werden konnten (beispielsweise weil keine Internet-Verbindung verfügbar war). `mailq` bietet daher eine einfache Methode, um festzustellen, ob noch nicht versendete E-Mails vorliegen.

Mail via POP empfangen (fetchmail)

Während `sendmail` die von Ihnen verfasste E-Mail an den Internet-Provider weiterleitet, hat das Programm `fetchmail` genau die umgekehrte Aufgabe: Es holt die für Sie eingetroffene E-Mail beim Internet-Provider ab und fügt die Nachrichten an die lokale Mail-Datei in `/var/spool/mail` an.

Die Kommunikation zwischen dem Internet-Provider und `fetchmail` stützt sich auf das *Post Office Protocol* (kurz POP). Es gibt zwei POP-Varianten, POP2 und POP3. Fast alle Internet-Provider verwenden zurzeit POP3.

fetchmail-Konfiguration

`fetchmail` wird üblicherweise ohne Parameter aufgerufen. Das Programm liest aus `~/.fetchmailrc` alle erforderlichen Informationen zur Kommunikation mit dem POP-Server. Damit die Konfigurationsdatei von `fetchmail` akzeptiert wird, müssen die Zugriffsrechte sehr restriktiv eingestellt werden (`chmod 600 ~/.fetchmailrc`). Die folgende Zeile zeigt anhand des Konfigurationsbeispiels dieses Kapitels den Aufbau dieser Konfigurationsdatei:

```
poll pop.provider.de protocol pop3 username hofer password qwe44trE
```

Nachdem `~/fetchmailrc` eingerichtet wurde, sieht ein `fetchmail`-Aufruf mit der zusätzlichen Option `-v` (ausführliche Statusmeldungen) so aus:

```
root# fetchmail -v
```

`fetchmail` testet jetzt, ob beim POP-Server `pop.provider.de` E-Mail für den User `hofer` vorliegt. Als Übertragungsprotokoll wird das zurzeit übliche Protokoll POP3 verwendet. Wenn E-Mails vorliegen, werden diese übertragen und an das lokale `sendmail` übergeben. Dieses Programm kümmert sich um die tatsächliche Zustellung an den lokalen Anwender.

HINWEIS

Damit `fetchmail` funktioniert, muss `sendmail` eingerichtet sein. Außerdem kann es sein, dass Sie die Datei `/var/spool/mail/name` selbst einrichten müssen, wenn diese Datei noch nicht existiert (siehe Seite 738).

Schlüsselwörter in `~/fetchmailrc`

<code>poll popserver</code>	gibt den POP-Server an
<code>protocol protocol</code>	das gewünschte Protokoll (POP2, POP3, APOP, KPOP, IMAP)
<code>username name</code>	der Mail-Name
<code>password password</code>	das Passwort
<code>is localname</code>	optional, der lokale Zustellname
<code>mda "program"</code>	optional, Programm zur Zustellung der Nachrichten
<code>keep</code>	optional, Nachrichten auf dem Server nicht löschen (zum Testen!)
<code>silent</code>	optional, Statusmeldungen verhindern

Mit einer Ausnahme können alle Kommandos auch in Form von Optionen beim Aufruf von `fetchmail` übergeben werden. Die Ausnahme betrifft das Passwort. Ohne `~/fetchmailrc` müssen Sie das Passwort jedes Mal interaktiv eingeben.

is name: Per Default werden die von `fetchmail` abgeholten E-Mails in `/var/spool/mail/name` gespeichert, wobei `name` der Benutzername derjenigen Person ist, die `fetchmail` ausführt. Wenn Sie `fetchmail` als `root` ausführen und erreichen möchten, dass die E-Mail in einem anderen Postfach gespeichert wird, müssen Sie diesen Namen mit dem Schlüsselwort `is` angeben.

Wenn die E-Mail-Adresse auf einem Universitäts-Account beispielsweise `s123456@uni-xy.de` lautet, diese E-Mails auf dem lokalen Rechner aber unter dem Login `hofer` gelesen werden sollen, lautet die `~/fetchmail`-Zeile folgendermaßen:

```
poll pop.uni-xy.de protocol pop3 username s123456 is hofer ...
```

keep: Das Schlüsselwort `keep` ist vor allem während der Testphase praktisch. Es verhindert, dass E-Mails beim Provider gelöscht werden, nachdem sie durch `fetchmail` gelesen wurden. Es kann also nicht passieren, dass Sie E-Mails verlieren, weil beispielsweise die lokale Zustellung nicht funktioniert. (Mit `keep` lesen Sie dieselbe E-Mail also immer wieder – für den Dauerbetrieb ist das natürlich vollkommen ungeeignet.)

mda: `fetchmail` spricht normalerweise über den Port 25 den lokal laufenden E-Mail-Server (normalerweise ist das `sendmail`) zur lokalen E-Mail-Zustellung an. Alternativ können Sie über `mda` ein anderes Programm angeben, das sich um diese Aufgabe kümmert. (Das Kürzel `mda` steht übrigens für *Mail Delivery Agent*.) Ein geeignetes Programm ist `procmail`, das unter anderem zur automatischen Beantwortung von E-Mails ('bin zurzeit im Urlaub'), zur Einsortierung von E-Mail in verschiedene Dateien etc. verwendet werden kann. Mehr Informationen finden Sie im ausführlichen `man`-Text sowie im Offline-Mailing-Mini-HOWTO.

Eine weniger leistungsfähige Alternative zu `procmail` stellt `deliver` dar. `deliver` erwartet die zuzustellenden Nachrichten im Standardeingabekanal. Damit diese Nachrichten im Postfach des Adressaten landen, muss dessen Name als Parameter angegeben werden, also `deliver name`.

VERWEIS

`fetchmail` bietet noch erheblich mehr Konfigurationsmöglichkeiten, die ausführlich in der `man`-Seite beschrieben sind. Sie können `fetchmail` beispielsweise auch dazu verwenden, um E-Mails von mehreren Providern abzuholen, E-Mails für mehrere Personen abzuholen (wenn das Programm von `root` gestartet wird) etc.

Automatisierung (Offline-E-Mail)

Je nach der Art Ihres Internetzugangs bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, die E-Mail-Zustellung zu automatisieren. Wenn Sie via Modem mit dem Internet verbunden sind, können Sie in das Script `/etc/ppp/ip-up` (bzw. in `ip-ip.local` die zwei folgenden Zeilen einfügen:

```
# Ergänzung in /etc/ppp/ip-up oder /etc/ppp/ip-up.local
/usr/sbin/sendmail -q -v
fetchmail -v
```

Damit werden jedes Mal, wenn Sie eine Internet-Verbindung herstellen, automatisch die von Ihnen verfassten E-Mails verschickt und eventuell neu eingetroffene Nachrichten abgeholt.

Kapitel 18

News

Zur wichtigsten Linux-Informationsquelle gehören die tagesaktuellen Diskussionen in zahllosen Newsgruppen. Dort finden Sie Tipps zur Lösung alltäglicher und ausgefallener Probleme, Meinungen über Trends in der Weiterentwicklung von Linux, Erfahrungen mit den neuesten Programmen sowie endlose Streitgespräche über Themen wie KDE versus Gnome, Emacs versus vi, GNU Emacs versus XEmacs, Red Hat versus SuSE versus andere Distributionen etc.

Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Programme zum Lesen und Verfassen von News-Beiträgen: Netscape/Mozilla, `knode`, `pan`, `tin` und `slrn`. Wie schon im vorherigen Kapitel wird ein besonderes Augenmerk auf die Offline-Konfiguration gerichtet, damit die Telefonrechnung trotz des News-Studiums niedrig bleibt. Hierfür bietet das Programm `leafnode` eine optimale Lösung.

18.1 Grundlagen

Einführung

Newsgruppen sind Diskussionsforen. Sie können lokal (z. B. beschränkt auf eine Universität oder auf ein Land) oder international sein. Die News-Beiträge werden auf so genannten News-Servern gespeichert. Praktisch alle Universitäten und Internet-Provider unterhalten eigene News-Server. Im Rahmen dieses Kapitels werden Sie sogar lernen, wie Sie auf Ihrem lokalen Rechner einen eigenen (kleinen) News-Server einrichten können.

News-Beiträge können mit einem News-Client gelesen werden. Wenn Sie Antworten auf in den Beiträgen gestellte Fragen wissen oder selbst Fragen stellen möchten, können Sie selbst eine Nachricht verfassen.

Die Speicherung aller News-Beiträge aller Gruppen (es gibt Tausende!) würde unglaubliche Datenmengen erfordern. Aus diesem Grund sind News-Server so eingestellt, dass alle Beiträge nach einer gewissen Zeit (einige Tage) automatisch wieder gelöscht werden. Trotz dieser Einschränkung füllen die News-Beiträge auf großen News-Servern oft GBytes einer Festplatte.

Noch kurz einige Informationen zum Aufbau des Kapitels:

- **Grundlagen:** Dieser Abschnitt geht auf einige allgemeine Merkmale von News-Programmen ein (Threading, Abonnieren von Gruppen etc.) und gibt einen Überblick über Linux-spezifische Newsgruppen.
- **News-Clients** (siehe Seite 747): Programme zum Lesen von News-Beiträgen gibt es wie Sand am Meer. Dieses Kapitel gibt eine kurze Beschreibung der wichtigsten Programme.
- **Die Konfiguration eines Offline-Systems** (siehe Seite 754): Wenn Sie News offline lesen möchten, müssen Sie auf Ihrem Rechner einen lokalen News-Server installieren. In diesem Kapitel wird dazu das Programm `leafnode` vorgestellt, das vor allem für kleine News-Server geeignet ist.

Glossar, Arbeitstechniken

News-Clients und -Server

Wie schon im vorangegangenen Kapitel zum Thema E-Mail ist die Bezeichnung News-Programm zweideutig.

- **News-Clients** liefern die Benutzeroberfläche zum News-System, ermöglichen also das Lesen und Verfassen von Nachrichten. Gängige Clients sind Netscape/Mozilla, `knode`, `tin` und `slrn`.
- **News-Server** kümmern sich um die Verwaltung und die Vermittlung der Nachrichten. Weltweit sind Tausende News-Server im Einsatz, die via Internet miteinander verbunden sind. Am häufigsten wird dazu das Programm `inn` eingesetzt, mit dem

riesige News-Archive verwaltet werden können. Für kleinere News-Server eignet sich der in diesem Kapitel vorgestellte Server `leafnode` besser, weil dieses Programm einfacher zu konfigurieren ist.

Wenn irgendwo auf der Welt ein News-Beitrag geschrieben wird, landen Kopien dieses Beitrags weltweit auf allen Servern, die die jeweilige Newsgruppe in ihrem Archiv haben. (Aus Platzgründen kann nicht jeder Server alle Gruppen speichern.) Da die Nachricht dabei über eine Menge News-Server läuft, kann das relativ lange dauern – auch ein oder zwei Tage.

Der Platzbedarf für die Millionen Beiträge, die täglich weltweit geschrieben werden, ist natürlich sehr groß. Bei großen News-Servern umfassen die Archive Dutzende von GBytes! Aus diesem Grund müssen die Nachrichten nach einiger Zeit (je nach Konfiguration nach einigen Tagen bzw. Wochen) wieder gelöscht werden. News ist daher ein flüchtiges Medium!

TIPP

Das automatische Löschen von Beiträgen hat auch eine wesentliche Auswirkung auf das Lesen von Newsgruppen: Wenn Sie auf einen für Sie interessanten Artikel stoßen, sollten Sie ihn lokal speichern. Es kann Ihnen sonst passieren, dass Sie am nächsten Tag nochmals darauf zugreifen möchten und der Artikel schon fort ist. (Im Fachjargon: Der Artikel ist 'expired', also quasi abgelaufen.) Zum Speichern senden Sie den Beitrag am einfachsten als E-Mail an sich selbst (`name@localhost`). Dann können Sie den Beitrag im E-Mail-Programm in einem Ordner speichern und haben so eine gewisse Chance, ihn wiederzufinden. (Legen Sie einfach entsprechende Ordner an, z. B. `linux-news`.)

Wenn Sie einen News-Artikel nicht mehr finden, können Sie aber auch mit Google danach suchen. Dort wird ein riesiges Archiv (auch sehr alter News-Beiträge) verwaltet:

<http://groups.google.com>

Zur Kommunikation zwischen dem News-Client, der lokal auf Ihrem Rechner ausgeführt wird, und dem News-Server Ihres Internet-Providers bestehen zwei Möglichkeiten:

- Bei einer Online-Konfiguration (die sehr einfach ist) wird eine direkte Verbindung zwischen Client und Server aufgebaut. Sie wählen aus der Liste der neuen Nachrichten die interessanten aus, diese werden wie Webseiten zum Client übertragen und angezeigt. Während Sie News lesen, muss daher ständig eine Verbindung zum Internet existieren.
- Zur Offline-Konfiguration müssen Sie auf dem lokalen Rechner einen eigenen (kleinen) News-Server erstellen. In regelmäßigen Abständen (z. B. einmal täglich) wählen Sie sich bei Ihrem Provider ein, und der lokale News-Server tritt mit dem Server des Providers in Kontakt: Dann werden alle neuen Nachrichten auf den lokalen Rechner übertragen; gleichzeitig werden alle News-Beiträge, die Sie in der Zwischenzeit selbst verfasst haben, auf die Reise durch das Internet geschickt. Je nachdem, wie viele Newsgruppen Sie regelmäßig lesen, dauert das einige Minuten.

Anschließend können Sie die Internet-Verbindung wieder unterbrechen. Zum Lesen bzw. Verfassen von Nachrichten können die News-Clients nun auf den lokalen Server zugreifen. (Dort stehen natürlich nicht alle Newsgruppen, sondern nur eine eingeschränkte Auswahl zur Verfügung.)

Welche der beiden Konfigurationsvarianten nun wirklich billiger ist (d. h. die geringsten Telefongebühren verursacht), hängt sehr stark von Ihren Lesegewohnheiten ab. Wenn Sie nur gelegentlich einen Blick in einige Newsgruppen werfen, ist eine Offline-Konfiguration nicht sinnvoll; es würden viel zu viele Nachrichten auf Ihren Rechner übertragen, die Sie nie lesen. Für ein intensives und vor allem stressfreies News-Lesen ist eine Offline-Konfiguration dagegen ideal.

Abonnements

Der News-Server, dessen Beiträge Sie lesen, speichert viel mehr Newsgruppen als für Sie interessant sind. Es ist ziemlich lästig, wenn Sie sich unter tausend Newsgruppen immer wieder die aussuchen müssen, die Sie interessiert. Aus diesem Grund besteht in allen News-Programmen die Möglichkeit, für den Leser interessante Newsgruppen zu markieren. Je nach Programm heißen solche Newsgruppen dann 'abonniert', 'subscribed' oder so ähnlich. Bei allen Programmen besteht die Möglichkeit, wahlweise nur die abonnierten oder aber alle Gruppen anzuzeigen (etwa um eine neue Gruppe zu abonnieren).

Diese Einstellung hat keinerlei Einfluss darauf, welche News-Beiträge tatsächlich auf dem Rechner verfügbar sind oder übertragen werden. Die Abonnements-Einstellung ist lediglich ein Filter, mit dem aus den vorhandenen Newsgruppen einige herausgefiltert werden, um ein bequemerer Arbeiten zu erlauben.

Welche Newsgruppen abonniert sind, wird häufig (je nach News-Client) in der Datei `~/news.rc` gespeichert. Dabei verwenden erfreulicherweise einige News-Programme dasselbe Format, sodass die Datei nicht für jedes Programm neu erstellt werden muss.

Threading

In Newsgruppen kommt es oft wirklich zu einer Diskussion. A stellt eine Frage, B antwortet, C korrigiert die Antwort, B wehrt sich, D liefert eine andere Antwort auf die Frage von A etc. Hierarchisch dargestellt sieht das so aus:

A: Wie geht das?

B: Re: Wie geht das?

C: Re: Wie geht das?

B: Re: Wie geht das?

D: Re: Wie geht das?

Das Problem bei der Sache ist, dass die einzelnen Beiträge nicht in dieser Reihenfolge auf dem News-Server eintreffen. Zwischen der Frage von A und der Antwort von B werden möglicherweise eine Menge anderer Beiträge versandt. Beim Lesen der Beiträge ist es aber praktisch, wenn solcherart zusammengehörende Beiträge tatsächlich in einem Block dargestellt und gelesen werden können.

Deshalb versuchen die meisten besseren News-Programme, anhand der Subject-Angaben der Beiträge und anhand interner Verwaltungsinformationen, die nicht angezeigt werden, die Beiträge nach Themen zu ordnen und so einen Thread (Zusammenhang, roter Faden durch eine Geschichte) zu bilden. Besonders schön werden Threads von Netscape dargestellt.

News-Beiträge verfassen

Bevor Sie Ihre ersten Fragen oder Antworten absenden ('posten'), einige Grundregeln:

- Adressieren Sie Textbeiträge, mit denen Sie nur die korrekte Funktion Ihres Systems testen möchten, an dafür vorgesehene Testgruppen (z. B. de.test).
- Überprüfen Sie anhand solcher Testnachrichten, ob Sie Ihren Absender korrekt eingestellt haben. Dieser sollte Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse enthalten.
- Lesen Sie zuerst einige Tage die Beiträge der Newsgruppe. Vielleicht löst sich Ihre Frage damit von selbst, oder Sie erkennen, dass es sich um die falsche Newsgruppe handelt.
- Stellen Sie keine Fragen, die bereits in FAQs beantwortet sind.
- Bleiben Sie höflich. (Der Ton in den Newsgruppen ist bisweilen unnötig aggressiv und emotional.)
- Vermeiden Sie Cross-Postings (das ist das gleichzeitige Versenden einer Nachricht an mehrere Newsgruppen).
- News-Beiträge werden oft mit einer Signatur abgeschlossen, die neben dem Namen auch die Anschrift (bei Firmen, Universitäten etc.), einen flotten Spruch oder was auch immer enthalten kann. Diese Signatur wird aus einer dafür vorgesehenen Datei gelesen (meistens ~/ .signature). Beschränken Sie sich auf das Wesentliche und blähen Sie Ihre Nachrichten nicht mit riesigen Signaturen auf!
- Wenn Sie auf andere News-Beiträge reagieren, zitieren Sie nicht mehr als notwendig. Zitieren Sie aber so viel, dass der Zusammenhang auch dann noch klar ist, wenn der ursprüngliche Artikel nicht mehr verfügbar ist. (Als Zitat wird der meist durch > eingerückte Originaltext bezeichnet.)

Jeder Beitrag, auch der, den Sie gerade selbst verfasst haben, wird im News-Programm angezeigt. Allerdings kann es einige Zeit dauern, bis es so weit ist. Das sollte Sie nicht zu der Annahme verleiten, es hätte nicht funktioniert, sodass Sie denselben Beitrag noch ein paarmal versenden. Gedulden Sie sich ein bisschen, bis Sie die Früchte Ihrer Arbeit sehen: Während dieser Zeit wird der Artikel vom News-Server verarbeitet und schließlich in die News-Datenbank eingefügt. Wenn Ihr News-Programm nicht automatisch regelmäßig nach neuen Artikeln Ausschau hält, müssen Sie es dazu auffordern (in Netscape etwa mit FILE|GET MORE MESSAGES).

Wenn Sie ein lokales News-System haben, rechnen Sie mit etwa einer Minute Reaktionszeit. Wenn Sie online arbeiten, kann es auch viel länger dauern; vielleicht ist der News-Server Ihres Providers gerade mit anderen Dingen beschäftigt. (Es ist ein typischer Anfängerfehler, News-Beiträge mehrfach zu versenden, im Glauben, es hätte beim ersten Mal nicht funktioniert.)

Linux-spezifische Newsgruppen

Newsgruppen gibt es zu allen möglichen Themen: Politik, Sport, Kultur, Wissenschaft, Computer etc. Newsgruppen können moderiert oder unmoderiert sein. Moderierte Gruppen sind die Ausnahme. In diese Gruppen gelangen nur Beiträge, die vom Moderator akzeptiert wurden. Das führt dazu, dass die Qualität der Beiträge deutlich höher, die Geschwindigkeit aber geringer ist (weil der Moderator nicht Tag und Nacht News-Beiträge lesen kann). Die folgende Liste zählt einige für Linux interessante Newsgruppen auf:

Internationale (englischsprachige) Newsgruppen

comp.lang.*	Diskussionsgruppen zu diversen Programmiersprachen
comp.os.linux.*	Diverse weitere Linux-Gruppen
comp.sys.ibm.pc.hardware.*	PC-Hardware
comp.os.linux.*	Unix-Fragen
comp.windows.x.*	Diskussionsgruppen zum X Window System
gnu.*	diverse Newsgruppen zu GNU-Software

Deutschsprachige Newsgruppen

de.comp.gnu	GNU-Software
de.comp.lang.*	Diskussionsgruppen zu diversen Programmiersprachen
de.comp.os.unix.*	allgemeine Unix-Fragen
de.comp.os.unix.linux.*	Linux-spezifische Themen

Tipp

Häufig ist es schwierig, für eine bestimmte Fragestellung die richtige Newsgruppe zu finden. Ungemein hilfreich sind in solchen Fällen News-Suchmaschinen, in denen Sie ein riesiges Archiv alter und neuer News-Beiträge nach Schlüsselwörtern im Inhalt durchsuchen können. Die bekannteste derartige Suchmaschine hat die folgende Adresse:

<http://groups.google.com>

Sie können diese Suchmaschine mit jedem Webbrowser nutzen, d. h. Sie brauchen dazu keine News-Konfiguration!

18.2 News-Clients

Für Linux gibt es eine große Auswahl an Programmen zum Lesen und Verfassen von News. Dieses Kapitel beschränkt sich auf fünf Varianten, nämlich auf Netscape/Mozilla, die KDE- bzw. Gnome-Programme `knode` und `pan` sowie das textorientierte Programm `slrn`. Falls Sie mit keinem der Programme zufrieden sind, folgt hier eine unvollständige Auswahl von Programmen, die Sie dann noch ausprobieren können:

- `pine`: Konfiguration via `SETUP|CONFIG`. Zum Online-Lesen muss als NNTP-Server der News-Server des Internet-Providers angegeben werden. Zum Offline-Lesen ist keine Einstellung für den News-Server notwendig, dafür muss im Feld `news-collection` der Text News * [] eingetragen werden. `pine` beherrscht leider kein Threading. Die Bedienung ist ähnlich wie beim Lesen von E-Mails.
- `tin`, `nn`, `trn`: Hierbei handelt es sich um einige weitere News-Clients für die Textkonsole.
- GNU-Emacs/XEmacs: Bekanntlich gibt es nichts, was Sie mit diesen Programmen nicht machen können!
- `knews`, `xvnews`: Noch zwei News-Clients mit X-Oberfläche. `knews` gehört übrigens trotz seines Anfangsbuchstabens *nicht* zum KDE-Projekt!

Konfiguration

Die Konfiguration aller News-Clients erfolgt immer nach demselben Muster. Sie müssen die folgenden Informationen angeben:

- **News-Server-Adresse:** Das ist der Rechnername des News-Server, bei dem Sie die News-Artikel lesen. Normalerweise geben Sie hier einen Server Ihres Internet-Providers an (z. B. `news.provider.de` gemäß der Beispieldaten von Seite 625). Falls es im lokalen Netz einen eigenen News-Server gibt, geben Sie dessen Adresse an. Falls Sie auf Ihrem Rechner einen eigenen News-Server installiert haben (siehe Seite 754), geben Sie `localhost` als Adresse an.

Bei manchen News-Clients können Sie außer der Adresse auch die Port-Nummer angeben. Diese lautet für News-Server üblicherweise 119.

Bei den meisten News-Clients können Sie auch mehrere News-Server angeben. (Beispielsweise verwalten manche Firmen eigene News-Server für Support-Newsgruppen, die nicht von öffentlichen News-Servern gespiegelt werden. Um derartige News-Beiträge zu lesen, müssen Sie direkt mit dem betreffenden News-Server in Verbindung treten.)

- **Absender-Angaben:** Falls Sie selbst News-Artikel verfassen möchten, müssen Sie Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse angeben. Optional können Sie auch weitere Daten angeben (die Organisation, in der Sie arbeiten, eine Signaturdatei etc.).

Netscape/Mozilla

Die Konfiguration und die Bedienung der News-Clients von Netscape 6.*n* und Mozilla sind beinahe identisch. Dieser Abschnitt beschreibt Mozilla. Sie können die Informationen aber ohne Probleme auch auf Netscape übertragen. Der News-Client ist Teil der Messenger-Programmkomponente, die sowohl für E-Mail als auch für News zuständig ist. Deswegen erfolgt der Start mit TASKS|MAIL.

Konfiguration: Zur Konfiguration führen Sie EDIT|MAIL/NEWS ACCOUNT aus. Im Konfigurationsdialog geben Sie an, dass Sie einen neuen News-Account einrichten möchten. Anschließend geben Sie Ihren Namen, Ihre E-Mail-Adresse und die Adresse des News-Servers an.

News-Gruppen abonnieren: Im Messenger-Fenster wird nun zwar der Account angezeigt, aber noch keine News-Gruppen. Mit SUBSCRIBE TO NEWSGROUPS gelangen Sie in einen Dialog, in dem Sie aus einer Liste aller News-Gruppen die auswählen können, die Sie lesen möchten. Beim ersten Mal müssen dazu die Namen aller verfügbaren News-Gruppen übertragen werden, was einige Minuten dauern kann.

Nachrichten lesen: Zum Lesen wählen Sie in der Mail-Folders-Leiste die gewünschte, zuvor abonnierte News-Gruppe aus. Es erscheint nun rechts oben eine Liste aller verfügbaren Einträge. Wenn Sie einen Eintrag mit der Maus anklicken, können Sie den Nachrichtentext rechts unten lesen.

TIPP

Mozilla ordnet News-Artikel per Default nach dem Datum. Wenn Sie wie in Abbildung 18.1 eine hierarchische Darstellung des Diskussionsverlaufs wünschen, müssen Sie VIEW|MESSAGES|THREADED ausführen.

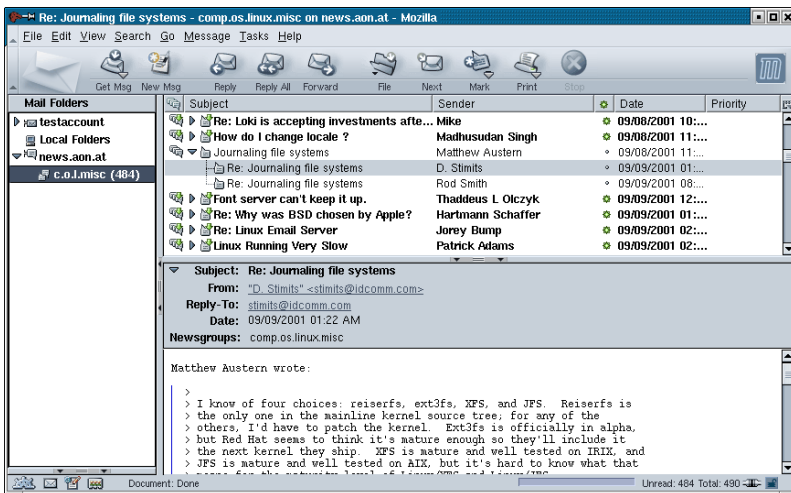


Abbildung 18.1: News lesen mit Mozilla

knode (KDE-News-Client)

Konfiguration: Mit **SETTINGS|CONFIGURE KNode** gelangen Sie in den Konfigurationsdialog. Anschließend erzeugen Sie mit **ACCOUNTS|NEWS|NEW** einen neuen Account, wobei Sie normalerweise nur die Adresse des News-Servers anzugeben brauchen.

News-Gruppen abonnieren: Mit **ACCOUNT|SUBSCRIBE** gelangen Sie in einen Dialog, in dem Sie einzelne Gruppen abonnieren können. Besonders praktisch ist dabei die Suchfunktion. Wenn Sie 'linux' eingeben, reduziert knode die Liste auf alle News-Gruppen, die irgendwo den Suchbegriff 'linux' enthalten.

Nachrichten lesen: Zum Lesen wählen Sie in der Account-Leiste die gewünschte, zuvor abonnierte News-Gruppe aus. Wie bei Mozilla erscheint nun rechts oben eine Liste aller verfügbaren Einträge. Wenn Sie einen Eintrag mit der Maus anklicken, können Sie den Nachrichtentext rechts unten lesen (siehe Abbildung 18.2).

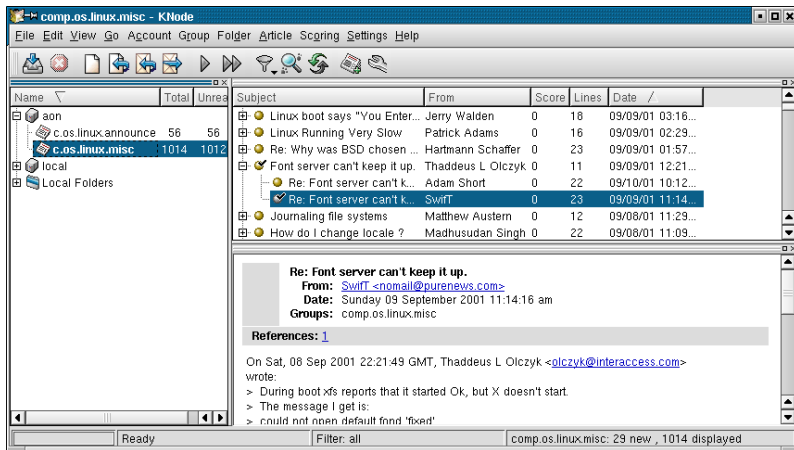


Abbildung 18.2: News lesen mit knode

knode bietet ausgereifte Filter- und Bewertungsfunktionen, mit denen Sie unerwünschte Nachrichten ausblenden, Nachrichten mit bestimmten Schlüsselwörtern höher einstufen können etc.

pan (Gnome-News-Client)

Konfiguration: Zur Einrichtung eines neuen Accounts führen Sie **EDIT|PREFERENCES|NEWS SERVERS|NEW** aus. Im Konfigurationsdialog müssen Sie dem Account einen Namen geben und die Adresse des News-Servers angeben. Alle anderen Einstellungen sind optional.

News-Gruppen abonnieren: pan zeigt automatisch alle verfügbaren News-Gruppen im linken Fensterrand an. Mit **FIND** können Sie die Liste auf alle Gruppen eingrenzen, die ein Schlüsselwort enthalten. Mit der rechten Maustaste können Sie anschließend einzelne

Listen abonnieren. Wenn Sie nur die Liste aller abonnierten Gruppen anzeigen möchten, wählen Sie im Listenfeld den Eintrag SUBSCRIBED aus.

Nachrichten lesen: Zum Lesen wählen Sie die gewünschte News-Gruppe aus. (Anders als bei den meisten anderen News-Clients muss die News-Gruppe dazu nicht einmal abonniert werden.) Wie bei Mozilla erscheint nun rechts oben eine Liste aller verfügbaren Einträge. Wenn Sie einen Eintrag mit der Maus anklicken, können Sie den Nachrichtentext rechts unten lesen (siehe Abbildung 18.3).

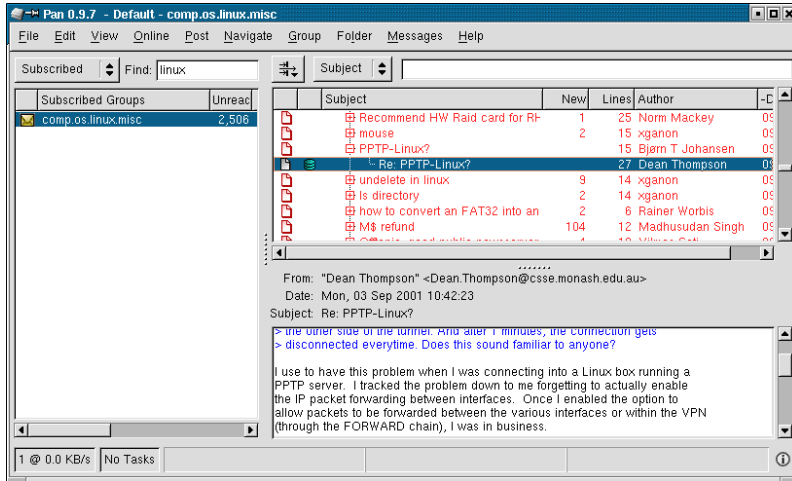


Abbildung 18.3: News lesen mit pan

slrn (News-Client für den Textmodus)

slrn ist einer der besten News-Clients für den Textmodus. Allerdings braucht man ein wenig Zeit, um sich mit slrn anzufreunden. Die tollen Features verstecken sich nämlich hinter einer spröden Oberfläche, die auch im Zeitalter von KDE und Gnome noch ohne Icons auskommt. (Dieser Abschnitt wird slrn natürlich nicht einmal annäherungsweise gerecht. Er sollte aber für den ersten Einstieg reichen.)

TIPP

Aktuelle Informationen zu slrn inklusive einer sehr hilfreichen FAQ-Sammlung finden Sie im Internet unter:

<http://slrn.sourceforge.net>

Start

Unabhängig davon, ob das Programm zum Zugriff auf einen lokalen Server oder einen externen Server via Internet verwendet wird, muss der Server-Name in der Umgebungsvariablen NNTPSERVER eingestellt sein. Alternativ kann der Name auch mit der Option -h angegeben werden. (Für den Beispielnutzer von Seite 625 lautet der Server-Name

news.provider.de; wenn Sie leafnode (wie auf Seite 754 beschrieben) als lokalen News-Server eingerichtet haben, lautet der Server-Name einfach localhost.)

Damit slrn gestartet werden kann, muss sich außerdem im Heimatverzeichnis entweder .jnewsrsrc oder .newsrsrc befinden. Ist beides nicht der Fall (weil bisher noch kein anderer News-Client verwendet wurde), meldet sich slrn mit einer Fehlermeldung:

```
hofer$ slrn
Reading startup file /var/lib/slrn/slrn.rc.
Unable to open /home/hofer/.jnewsrsrc. I will try .newsrsrc.
slrn fatal error: Unable to open /home/hofer/.newsrsrc.
```

Dieses Problem lässt sich leicht beheben. Versuchen Sie es nochmals, und verwenden Sie diesmal die folgenden Optionen:

```
hofer$ slrn -f ~/.newsrsrc -create
Reading startup file /var/lib/slrn/slrn.rc.
Connecting to host localhost ...
Connected to host. Posting Ok.
--The next step may take a while if the NNTP connection is slow.--
Creating /home/hofer/.newsrsrc.....
```

srln zeigt jetzt eine noch leere Liste aller abonnierten Newsgruppen an. Um alle Gruppen – auch die noch nicht abonnierten – anzuzeigen, geben Sie **(Shift)+(L) *** **(←)** ein. Statt * können Sie ein beliebiges Muster angeben, etwa `de*linux*` für alle deutschsprachigen Linux-Gruppen. Das Einlesen der Liste aller Newsgruppen kann nun einige Zeit dauern – aber zum Glück ist das nur beim ersten Start erforderlich.

HINWEIS

Je nachdem, welchen Server Sie bzw. Ihr Internet-Provider nutzt, kann es sein, dass **(Shift)+(L)** nicht funktioniert – es werden einfach keine Gruppen angezeigt. Das gilt insbesondere, wenn Sie leafnode als News-Server verwenden. Verlassen Sie slrn mit **Q**, und fügen Sie mit einem Editor die folgende Zeile in die Konfigurationsdatei `~/slrnrc` ein:

```
set readactive 1
```

Sobald Sie die Gruppenliste sehen, können Sie die gewünschten Newsgruppen mit **(S)** abonnieren. **(U)** kündigt das Abo wieder. Wenn Sie jetzt nochmals **(Shift)+(L)** ausführen, werden nur noch die abonnierten Gruppen angezeigt.

Bedienung

Um die Nachrichten einer Gruppe zu lesen, wählen Sie die Gruppe mit den Cursortasten aus und drücken **(←)**. slrn zeigt jetzt die Liste aller Artikel an, aus denen Sie abermals mit den Cursortasten und **(←)** den gewünschten Artikel auswählen können.

Im nun sichtbaren Textfenster können Sie mit **(Leertaste)** und **(Backspace)** blättern. Mit **(H)** und **(Z)** können Sie den Nachrichtentext oder die Nachrichtenliste ein- und ausblenden. Weitere Kommandos finden Sie in der folgenden Tabelle.



Abbildung 18.4: News lesen mit slrn

slrn-Tastenkürzel

- (Q)** aktuelle Ansicht bzw. slrn verlassen (quit)
- (?)** Online-Hilfe

Artikelliste

- (C)** markiert alle Artikel als 'gelesen' (catchup)
- (Esc), (U)** markiert alle Artikel als 'ungelesen' (un-catchup)
- (Leertaste)** Nachricht vorwärts blättern
- (Backspace)** Nachricht rückwärts blättern
- (H)** Nachrichtentext ein-/ausblenden
- (Z)** Nachrichtenliste ein-/ausblenden
- (F)** Antwort (follow up) auf Beitrag als News-Beitrag an die Newsgruppe senden
- (R)** Antwort (reply) auf einen Beitrag als E-Mail direkt an den Verfasser senden
- (Shift)+(P)** neuen Beitrag verfassen (post)

Gruppenliste

- (S)** Gruppen abonnieren (subscribe)
- (U)** Gruppe kündigen (unsubscribe)
- (Shift)+(L)** alle Newsgruppen oder nur abonnierte Gruppen anzeigen

Konfiguration

Das Aussehen, die Bedienung und der Funktionsumfang von `slrn` kann umfassend durch die Konfigurationsdatei `~/ .slrnrc` verändert werden. Die Einstellungsmöglichkeiten und die Syntax sind in der mitgelieferten Beispieldatei `slrn.rc` dokumentiert (die Sie normalerweise im Verzeichnis `/var/lib/slrn` finden).

Absenderadresse: `slrn` verwendet normalerweise den User-, Host- und Domainnamen, um die Absenderadresse zu bilden. Bei einer Offline-Konfiguration ist das aber selten optimal, es soll vielmehr die E-Mail-Adresse des Internet-Accounts verwendet werden. Die folgenden Zeilen in `.slrnrc` richten die Absenderadresse `hofer@provider.de` ein (für den Beispielnutzer Hofer von Seite 625).

```
username "hofer"
hostname "provider.de"
realname "Beispielnutzer Hofer"
```

Editor: `slrn` hat keinen eigenen Editor und startet als Defaulteditor den `vi`. Wenn Sie das vermeiden möchten, müssen Sie die Umgebungsvariable `EDITOR` oder `VISUAL` entsprechend einstellen.

Farben: Die voreingestellten Farben von `slrn` machen es bisweilen unmöglich, den Text auch zu lesen. Eine kleine Veränderung wirkt bereits Wunder: Die folgende Zeile bewirkt, dass Überschriften (auch im Hilfetext) in blauer Farbe auf weißem Hintergrund dargestellt werden (und nicht ohne jeden Kontrast in hellem Blaugrün).

```
color headers blue white
```

Mausbedienung: Viele Funktionen von `slrn` können dank der folgenden Zeile auch mit der Maus ausgeführt werden:

```
set mouse 1
```

slrn-Mauskürzel

In der Statuszeile 'News Group':

Linke Taste	Liste vorwärts blättern
Rechte Taste	Liste rückwärts blättern
Mittlere Taste	Textansicht schließen

In der Artikelstatuszeile:

Linke Taste	zur nächsten ungelesenen Nachricht springen
Rechte Taste	zur vorigen ungelesenen Nachricht springen
Mittlere Taste	zitierten Text (> text) ein-/ausblenden

Im Artikeltext:

Linke Taste	Text vorwärts blättern
Rechte Taste	Text rückwärts blättern
Mittlere Taste	Textansicht schließen

18.3 Offline-News-Konfiguration (leafnode)

leafnode ist ein News-Server, der speziell für kleine News-Archive (maximal einige Dutzend Newsgruppen) optimiert ist. leafnode eignet sich damit besonders gut, um auf privaten Rechnern ohne ständigen Internet-Zugang ein eigenes News-Archiv zu verwalten.

TIPP

Die aktuellste Version von leafnode zusammen mit weiteren Informationen und ausgezeichneten FAQs finden Sie im Internet:

<http://www.leafnode.org/>

Falls Sie leafnode unter SuSE einsetzen, lesen Sie bitte `/usr/doc/packages-leafnode/README.SuSE`.

VERWEIS

Eine Alternative zu leafnode ist das Programm `noffle`. Eher für professionelle Ansprüche ist `inn` gedacht. Dieses Programm wird zwar normalerweise für sehr große News-Archive eingesetzt, kann aber durchaus auch für den privaten Gebrauch eingesetzt werden. Der einzige wesentliche Nachteil ist die ziemlich schwierige Konfiguration.

Installation und Konfiguration

leafnode wird mittlerweile mit vielen Distributionen als vorkonfiguriertes Paket mitgeliefert. (Bei Red Hat müssen Sie das Programm im Internet suchen. Am einfachsten verwenden Sie dazu `rpmfind.net`.)

Die Informationen in diesem Kapitel beziehen sich auf Version 1.9.18. Bitte beachten Sie, dass die Pfade der leafnode-Binärdateien je nach Distribution abweichen können (`/usr/sbin` oder `/usr/local/sbin` oder `/usr/local/bin`). Sehen Sie nach, wo sich die Binaries auf Ihrem Rechner befinden, und verwenden Sie den korrekten Pfad!

/etc/leafnode/config: Die Konfiguration von leafnode erfolgt in der Datei `config`, die sich normalerweise im Verzeichnis `/etc/leafnode` befindet. Diese Datei muss dem Benutzer `news` gehören, nicht `root`!

Die wichtigste Einstellung in dieser Datei betrifft den bzw. die News-Server, von denen leafnode News-Beiträge lesen soll. Für den Beispielnutzer von Seite 625 ist das also `news.provider.de`. Mit dem Schlüsselwort `expire` geben Sie an, wie viele Tage ungelesene News-Threads auf dem Server gehalten werden sollen. Die Defaulteinstellung lautet 20.

`initialfetch` gibt an, wie viele Nachrichten beim Abonnieren einer neuen Newsgruppe beim ersten Mal gelesen werden sollen. Wenn Sie hier kein Limit setzen, überträgt leafnode alle verfügbaren Nachrichten – und das kann lange dauern!

Das Limit `maxfetch` gilt für den laufenden Betrieb. Jedes Mal, wenn `leafnode` nach neuen Nachrichten sucht, werden maximal so viele Nachrichten übertragen. Wenn Sie Nachrichten einer viel frequentierten Newsgruppe (etwa `de.comp.os.unix.-linux.misc`) nur sehr selten übertragen (etwa einmal pro Woche), sollten Sie einen höheren Wert wählen – andernfalls wird Ihr lokales News-Archiv lückenhaft werden. Ein zu hoher Wert ist freilich auch nicht ideal – die Übertragung vieler Nachrichten kostet nämlich geraume Zeit. (Als Faustregel: Die Übertragung von zwei bis drei Nachrichten pro Sekunde ist realistisch.)

Mit `maxbytes` können Sie schließlich die maximale Größe der Nachrichten limitieren. Wenn Sie in erster Linie an Nachrichtentexten (und nicht an Bildern, Programmen etc. interessiert sind, die in manchen Newsgroups ebenfalls weitergegeben werden), vermeidet `maxbytes` lästige Riesennachrichten, die sich in Ihre Lieblings-Newsgroups verirrt haben.

```
# /usr/lib/leafnode/config
server = news.provider.de
expire = 20
initialfetch = 500
maxfetch = 1000
maxbytes = 50000
```

Diese Einstellungen sollten für die ersten Experimente ausreichen. Die mit `leafnode` mitgelieferte `config`-Datei ist hervorragend kommentiert, sodass auch die Einstellung weiterer Optionen kein Problem darstellt.

(x) inetd: `leafnode` wird wahlweise durch `inetd` oder `xinetd` gestartet, je nachdem, welcher dieser beiden Server für Internet-Dienste bei Ihrer Distribution im Einsatz ist (siehe Seite 792).

/etc/inetd.conf: Diese Datei gibt an, welche Programme für welche Internet-Dienste zuständig sind. Dort tragen Sie für das News-Protokoll `nntp` den exakten Pfad zum Programm `leafnode` ein. Achten Sie darauf, dass die Datei keine anderen `nntp`-Einträge aufweist!

```
# in /etc/inetd.conf
nntp stream tcp nowait news /usr/sbin/tcpd /usr/local/sbin/leafnode
```

Damit der Dämon `inetd` die Veränderung von `/etc/inetd.conf` berücksichtigt, führen Sie das folgende Kommando aus. Damit wird der `inetd`-Prozess nicht etwa beendet. Vielmehr bedeutet das Signal `-HUP`, dass die Konfigurationsdatei neu eingelesen werden soll.

```
root# killall -HUP inetd
```

/etc/xinetd.d/leafnode: Wenn Ihre Distribution `xinetd` verwendet, müssen Sie die folgende Datei erzeugen bzw. entsprechend verändern:

```
# /etc/xinetd.d/leafnode
service nntp
{
    disable            = no
    flags              = REUSE
    socket_type        = stream
    wait               = no
    user               = news
    server             = /usr/sbin/leafnode
    log_on_failure     += USERID
}
```

Anschließend führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/xinetd reload
```

Erster Test: Jetzt können Sie bereits einen ersten Test durchführen, ob leafnode tatsächlich startet. Dazu stellen Sie eine telnet-Verbindung zum NNTP-Server für localhost her. Wenn alles klappt, meldet sich leafnode. Sie können telnet mit **(Strg)+(I)**, **(Strg)+(D)** verlassen.

```
user$ telnet localhost nntp
Trying 127.0.0.1...
Connected to myhost.mydomain.
Escape character is '^]'.
200 Leafnode NNTP Daemon, version 1.9.11 running at myhost.mydomain
<Strg>+<I> <Strg>+<D>
```

HINWEIS

Wenn sich leafnode mit der Fehlermeldung *Unable to read configuration file* gleich wieder verabschiedet, hat die Konfigurationsdatei config vermutlich den falschen Besitzer. Führen Sie für die Konfigurationsdatei `chmod news dateiname` aus!

/etc/nntpserver: Manche News-Clients werten diese Datei aus und entnehmen ihr die Information, welchen News-Server sie kontaktieren sollen. Da leafnode jetzt auf Ihrem Rechner läuft, sollte die Datei einfach localhost enthalten.

\$NNTPSERVER: Diese Umgebungsvariable wird ebenfalls von manchen News-Clients abgefragt und sollte daher auch auf localhost gesetzt werden. (Bei SuSE stellen Sie \$NNTPSERVER in der Datei /etc/rc.config ein und führen danach das Kommando `SuSEconfig` aus.)

Betrieb

Liste der Newsgruppen einlesen

Damit sind die Konfigurationsarbeiten vorerst abgeschlossen. Stellen Sie eine Verbindung zum Internet her, und führen Sie das zu leafnode gehörende Kommando `fetchnews` aus:

```
root# fetchnews -vvv
1.9.18: verbosity level is 3
Trying to connect to news.provider.de ... connected.
Getting all newsgroups from news.provider.de
Disconnected from news.provider.de
```

`fetchnews` überträgt also die Liste aller auf dem News-Server des Internet-Providers gespeicherten Newsgruppen. Das kann mehrere Minuten dauern. (Ein einfaches Mittel, um festzustellen, ob via PPP Daten übertragen werden, ist das Kommando `ifconfig`. Es zeigt unter anderem die Anzahl der bisher übertragenen Datenpakete an. Wenn Sie `ifconfig` zwei Mal hintereinander ausführen, sollte sich die Paketanzahl ändern.) Die resultierende Liste wird in `/var/spool/news/leaf.node/groupinfo` gespeichert.

Nachrichten lesen

leafnode ist jetzt betriebsbereit. Sie können nun einen beliebigen News-Client verwenden und Newsgruppen abonnieren. Da bis jetzt ja nur die Liste der Newsgruppen, aber keine Beiträge geladen wurden, ist das Lesevergnügen vorerst noch gering. Pro Newsgruppe wird von leafnode ein Dummy-Artikel angezeigt. Diesen Artikel müssen Sie im News-Client anzeigen, denn erst dadurch merkt leafnode, dass Sie Interesse an dieser Newsgruppe haben.

Nachdem Sie das für einige (vorerst nicht zu viele!) Newsgruppen getan haben, werfen Sie einen Blick in das Verzeichnis `/var/spool/news/interesting.groups`:

```
user$ ls -l /var/spool/news/interesting.groups/
-rw-rw-r-- news news 0 Jan 9 de.comp.os.unix.linux.hardware
-rw-rw-r-- news news 0 Jan 9 de.comp.os.unix.linux.misc
-rw-rw-r-- news news 0 Jan 9 de.comp.os.unix.linux.newusers
```

leafnode hat hier für jede Newsgruppe, deren Nachrichten gelesen werden sollen, eine leere Datei mit dem Namen der Newsgruppe erzeugt. Stellen Sie nun abermals eine Internet-Verbindung her, und führen Sie `fetchnews` aus. Jetzt werden tatsächlich Artikel vom News-Server Ihres Internet-Providers zum lokalen News-Server übertragen. (Mit der Option `-v` steuern Sie, wie ausführlich das Programm über seine Tätigkeiten berichten soll. Je mehr `v`'s Sie angeben, desto ausführlicher ist der Bericht.)

```
root# /usr/local/sbin/fetchnews -vv
Trying to connect to news.provider.de ... connected.
LIST ACTIVE done 120239 seconds ago, issuing NEWGROUPS
Read server info from /var/spool/news/leaf.node/news.provider.de
de.comp.os.unix.linux.newusers: considering articles 24077-24305
de.comp.os.unix.linux.newusers: 202 articles fetched, 0 killed
de.comp.os.unix.linux.misc: considering articles 30645-30874
de.comp.os.unix.linux.misc: 212 articles fetched, 0 killed
de.comp.os.unix.linux.hardware: considering articles 12376-12471
de.comp.os.unix.linux.hardware: 84 articles fetched, 0 killed
Disconnected from news.provider.de
```

Wenn Sie nun abermals Ihren News-Client starten, sollten Sie die übertragenen Nachrichten auch lesen können. Von nun an funktioniert leafnode praktisch automatisch: Das Programm protokolliert, für welche Newsgruppen Sie sich interessieren. Sobald Sie eine Gruppe einige Tage nicht mehr lesen, wird die Übertragung der Nachrichten eingestellt.

Das Kommando `fetchnews` könnten Sie eventuell in das Script `ip-up` einbauen, um automatisch jedes Mal Nachrichten zu lesen, wenn Sie via PPP eine Internet-Verbindung herstellen. Falls Sie eine ständige Internet-Verbindung haben, können Sie `fetchnews` via `cron` auch automatisch einmal pro Stunde starten.

HINWEIS

Sie können die Dateien in `/var/spool/news/interesting.groups/` auch manuell löschen, wenn Sie eine Gruppe irrtümlich aktiviert haben. Umgekehrt können Sie auch neue Gruppen aktivieren, indem Sie mit `touch` einfach die entsprechenden Dateien erzeugen. Achten Sie aber darauf, dass alle Dateien in `/var/spool/news` dem Benutzer `news` gehören müssen. Führen Sie also `chown news.news *` für alle manuell erzeugten Dateien aus!

Eigene News-Beiträge senden

Wenn Sie mit einem News-Client einen eigenen Beitrag verfassen, wird dieser von leafnode vorerst im Verzeichnis `/var/spool/news/out.going` zwischengespeichert. Erst wenn Sie das nächste Mal `fetchnews` ausführen, werden die Beiträge zum News-Server des Internet-Providers übertragen. Beim Abholen neuer Nachrichten wird in der Folge auch Ihr eigener Beitrag vom externen News-Server abgeholt.

Das bedeutet, dass selbst verfasste Beiträge erst nach dem nächsten `fetchnews` in der Artikelliste sichtbar werden. (Mit etwas Pech – nämlich wenn der News-Server des Internet-Providers gerade sehr beschäftigt ist – können sogar zwei `fetchnews`-Kommandos erforderlich sein.) Glauben Sie also nicht, es hätte nicht funktioniert, wenn Ihre eigenen Artikel nicht sofort angezeigt werden!

Alte News-Beiträge löschen

Nach und nach füllen die übertragenen News-Beiträge die zahlreichen Unterverzeichnisse von `/var/spool/news`. Selbst bei wenigen Newsgruppen erreicht das Archiv sehr rasch zehn bis zwanzig MByte. Damit das Archiv nicht unbegrenzt wächst, müssen Sie sich um das Löschen alter Beiträge kümmern. Dazu dient das Programm `texpire`, das ebenfalls mit dem `leafnode`-Paket mitgeliefert wird. Das Programm muss vom Benutzer `news` ausgeführt werden:

```
root# su news
news# /usr/sbin/texpire -v
texpire 1.9.18: check mtime and atime
de.comp.os.unix.linux.hardware: 97 articles deleted, 833 kept
de.comp.os.unix.linux.misc: 217 articles deleted, 2213 kept
de.comp.os.unix.linux.newusers: 178 articles deleted, 2229 kept
total: 436 articles deleted, 5042 kept
news# <Strg>+<D>
root#
```

Natürlich können Sie auch den Aufruf von `texpire` durch `cron` automatisieren.

Kapitel 19

Netzwerk-Server-Konfiguration

Es wäre vermessen zu versuchen, die Linux-Server-Konfiguration in einem einzigen Kapitel abzuhandeln. Beinahe jeder der folgenden Abschnitte würde ein eigenes Buch rechtfertigen. (Zum Glück muss nicht ich all diese Bücher schreiben – es gibt sie schon. Werfen Sie einen Blick in das Literaturverzeichnis am Ende dieses Buchs oder auf die Buchempfehlungen auf meiner Website!)

Dieses Kapitel versucht, einen ersten Einstieg in das Thema zu geben. Es richtet sich vor allem an Personen, die verhältnismäßig kleine, lokale Netze verwalten, wobei diese Netze durchaus heterogen sein dürfen (also auch Windows-Clients umfassen können). Kurz beschrieben werden unter anderem die folgenden Funktionen: Masquerading (NAT), DHCP, DNS, FTP, Telnet, NFS, Unix-Drucker-Server und Samba. Zum Abschluss des Kapitels finden Sie noch einige elementare Informationen zum Thema Sicherheit und Firewalls.

VERWEIS

Wie Sie die hier beschriebenen Server-Dienste aus Client-Sicht nutzen, ist Thema von Kapitel 14 ab Seite 581.

Bereits in den vorangegangenen Kapiteln wurden einige Server-Funktionen beschrieben: WWWoffle in Kapitel 16, Sendmail in Kapitel 17 (allerdings nur aus der Sicht eines Einzelanwenders) sowie Leafnode in Kapitel 18.

19.1 Einführung

Überblick

- **Masquerading/NAT:** Mit Masquerading können alle Clients im lokalen Netz mit dem Internet verbunden werden. (Es gibt einen Linux-Rechner, der via ISDN oder ADSL eine Internet-Verbindung herstellen kann. Alle anderen Rechner sind mit diesem Rechner verbunden und können so ebenfalls das Internet nutzen. Es ist nicht notwendig, jeden Rechner mit seinem eigenen Modem auszustatten!)
- **DHCP:** DHCP ermöglicht eine zentrale und einfache Verwaltung der IP-Adressen und anderen Netzwerkparameter aller Clients.
- **DNS:** Ein lokaler Name-Server stellt sicher, dass die Clients gegenseitig ihre Namen kennen (Auflösung lokaler Namen in IP-Adressen). Außerdem fungiert das Programm als IP-Nummern-Cache, sodass Internet-Zugriffe (ein klein wenig) beschleunigt werden.
- **Squid:** squid ist ein so genannter Proxy-Cache. Das Programm steht zwischen dem Internet und allen Clients, die mit Browsern Webseiten lesen. Das Programm kann zweierlei Funktionen übernehmen: einerseits den Webzugang beschleunigen (weil Seiten, die von mehreren Personen betrachtet werden, lokal zwischengespeichert werden), andererseits den Webzugang absichern (indem beispielsweise der Zugang zu bestimmten Seiten gesperrt wird).
- **Inetd/Xinetd:** Dieses Programm ist erforderlich, damit der Server verschiedene Internet-Dienste (z. B. FTP, telnet etc.) zur Verfügung stellen kann.
- **FTP:** Mit einem FTP-Server können Sie auf sehr einfache Art und Weise anderen Rechnern Zugang zu lokalen Daten gewähren.
- **Telnet, SSH:** Wenn ein Telnet- oder SSH-Server auf dem Rechner läuft, ist von jedem beliebigen Rechner im lokalen Netz ein Login möglich. Das erleichtert die Administration ganz erheblich. (Sie müssen nicht mehr immer zum Server-Rechner laufen, wenn Sie dort eine Einstellung verändern möchten.)
- **NFS-Server:** Wie ein FTP-Server gibt auch ein NFS-Server anderen Rechnern Zugang zu lokalen Dateien. Der Unterschied besteht darin, dass jetzt ganze Verzeichnisse in das lokale Dateisystem des Clients eingebunden werden können, was für den Client die Anwendung erheblich erleichtert. Allerdings funktioniert NFS nur für Unix/Linux-Clients (nicht aber für Windows-Rechner).
- **Drucker-Server:** Ein Drucker-Server gewährt anderen Linux-/Unix-Clients im lokalen Netz Zugang zu einem gemeinsamen Drucker.
- **Samba:** Dieses Programmpaket erfüllt dieselben Aufgaben wie NFS bzw. wie ein Linux-Drucker-Server, diesmal allerdings für Windows-Clients.
- **Firewall:** Dieser Begriff bezeichnet ein ganzes Bündel an Sicherheitsmaßnahmen, um das lokale Netz gegen einen Angriff von außen (also vom Internet aus) zu schützen. Im Idealfall wird die Firewall auf einem eigens dafür vorgesehenen Rechner eingerichtet (der keine anderen Aufgaben übernimmt).

Installation von Paketen: Aus Sicherheitsgründen werden die in diesem Kapitel beschriebenen Pakete per Default *nicht* installiert. Insbesondere bei Red Hat und verwandten Distributionen wird häufig zwischen Client- und Server-Paketen unterschieden. Oft sind nur die Client-Pakete installiert. Sie benötigen jetzt aber auch die Server-Pakete.

Konfigurationshilfen: Dieses Kapitel richtet sich an fortgeschrittene Linux-Anwender. Es werden ausschließlich die Einstellungen der diversen Konfigurationsdateien beschrieben, nicht aber eventuell zur Verfügung stehende Benutzeroberflächen zur Konfiguration.

Sicherheit: Es gibt zwar am Ende dieses Kapitels einen kurzen Abschnitt zum Thema Firewalls bzw. Sicherheit, generell ist es in diesem Buch aber nicht möglich, dem Thema Sicherheit den erforderlichen Platz einzuräumen. Wenn Sie Linux als Netzwerk-Server einsetzen möchten, *müssen* Sie sich mit dem Thema Sicherheit beschäftigen – alles andere wäre hochgradig unverantwortlich.

IPv6: Dieses Kapitel geht nicht auf IPv6 ein. Alle Server-Funktionen werden auf der Basis von IPv4 beschrieben.

Einschränkungen

- Wie bereits in der Einleitung möchte ich hier nochmals betonen, dass dies kein Buch für Systemadministratoren ist. Dieses Kapitel soll Ihnen helfen, einige elementare Netzwerkdienste für *kleine*, möglicherweise private Netzwerke zu konfigurieren – mehr nicht!
- Während im Rest dieses Buches immer das Dreigespann Mandrake, Red Hat und SuSE betrachtet wird, konzentrieren sich die meisten Abschnitte dieses Kapitels nur auf Red Hat und SuSE. Die Konfiguration von Server-Diensten bei Mandrake-Linux erfolgt meistens genauso wie bei Red Hat, ich habe es aber nicht immer auch getestet.

VERWEIS

Wenn Sie Linux dagegen als Intranet- oder Internet-Server in großen Netzen und mit entsprechend höheren Sicherheits- und Geschwindigkeitsansprüchen einsetzen möchten, benötigen Sie weitergehende Literatur, die zum einen detaillierter auf die vielen Konfigurationsmöglichkeiten eingeht und die zum anderen umfassend die Absicherung dieser Dienste gegen Missbrauch beschreibt.

Natürlich gibt es auch im Internet zahlreiche Quellen zu diesem Thema. Ein guter Startpunkt sind natürlich die HOWTOs. Eine gute Sammlung von (zum Teil leider recht alten) Artikeln in deutscher Sprache finden Sie hier:

<http://www.pl-berichte.de/work/server/>

Topologie des Beispielnetzwerks

Um die Orientierung in diesem Kapitel zu erleichtern, werden sämtliche Beispiele anhand eines immer gleich bleibenden Netzwerks beschrieben. Der Hub enthält einen 10/100-MBit-Switch. (Abbildung 19.1 wurde übrigens mit dem Linux-Programm *dia* erstellt.)

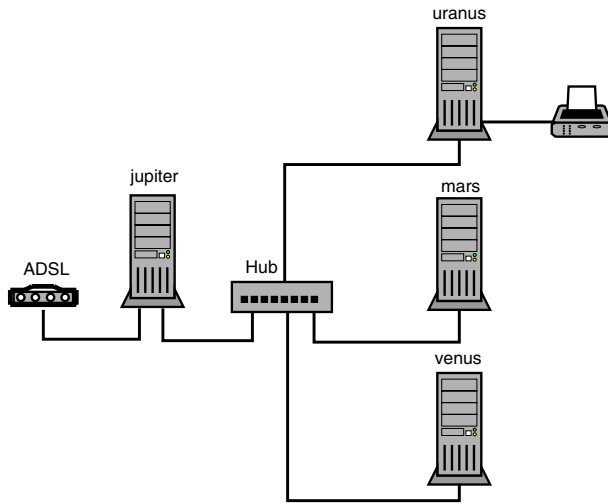


Abbildung 19.1: Topologie des Beispielnetzwerks

Jupiter (192.168.0.1)

Hardware: 486/50 mit 16 MByte RAM, zwei 10-MBit-Netzwerkkarten

Betriebssystem: SuSE 6.3

Server-Funktionen: ADSL-Zugang, Masquerading/NAT, Firewall, DHCP, DNS

Die ADSL-Verbindung wird mit PPTP hergestellt. IP-Adresse der zweiten Netzwerkkarte: 10.0.0.142, IP-Adresse des ADSL Network Terminators: 10.0.0.138.

Vielleicht fragen Sie sich, warum auf diesem Rechner eine so alte Linux-Distribution läuft. Das Problem bestand darin, dass die Installation einer neueren Distribution an einem scheinbar trivialen Problem scheiterte: Kernel 2.4 war trotz aller Versuche nicht dazu zu überreden, mit den beiden NE-2000-kompatiblen Netzwerkkarten (ISA) zu kommunizieren. (Selbstverständlich beschreibt das Kapitel die Funktionen Masquerading/NAT, Firewall, DHCP und DNS trotz dieser Probleme auch aus der Sicht von Kernel 2.4. Diese Funktionen wurden dazu auf einem anderen Rechner getestet.)

Uranus (192.168.0.2):

Hardware: PII 400 mit 128 MByte RAM, 100-MBit-Netzwerkkarte

Drucker: PostScript- und HP-Laserjet-III-kompatibel

Server-Funktionen unter Linux: Drucker-Server, Samba

Betriebssysteme: SuSE 7.2, Windows 2000

Mars (192.168.0.10):

Hardware: PII 350 mit 128 MByte RAM, 100-MBit-Netzwerkkarte

Server-Funktionen unter Linux: FTP, Telnet, SSH, NFS, Drucker-Server, Samba

Betriebssysteme: Red Hat 7.1 und 7.2 (Beta 2), Mandrake 8.0 und 8.1 (Beta 3), SuSE 7.1 und 7.2, Windows 2000 Professional

Venus (192.168.0.12):

Hardware: Notebook mit PII 333 und 128 MByte RAM, wahlweise 10-MBit- (Linux) oder 100-MBit-PCMCIA-Karte (Windows)

Betriebssysteme: SuSE 7.2, Red Hat 7.2 (Beta2), Windows 98, Windows 2000 Professional

Vorgehensweise bei der Konfiguration eines Internet-Routers

Die einzelnen Abschnitte dieses Kapitels beschreiben, wie Sie einen Rechner (den Server) so konfigurieren können, dass er alle anderen Rechner (Clients) Ihres lokalen Netzwerkes mit dem Internet verbindet. (Der Server kann natürlich auch einige weitere Aufgaben übernehmen.)

Angesichts der Länge dieses Kapitels kann es sein, dass Sie den Überblick verlieren. Deswegen fasst dieser Abschnitt die Konfigurationsschritte für einen einfachen Internet-Router einmal vorab zusammen.

- **Distribution installieren:** Beginnen Sie damit, dass Sie auf dem Server ein möglichst kleines Linux-System installieren. (Je weniger installiert ist, desto geringer sind die Sicherheitsrisiken.)
- **Netzwerkconfiguration:** Zur Netzwerkconfiguration verwenden Sie statische Adressen. Meistens ist der Router mit zwei Ethernet-Karten ausgestattet: mit einer für die Verbindung zum Internet (z. B. via xDSL), einer zweiten für die Verbindung zum lokalen Netz. (Bei einem ISDN-Router reicht eine Ethernet-Karte für das lokale Netz aus.)
- **Internet-Konfiguration:** Führen Sie die Internet-Konfiguration durch. Im Regelfall sollte der Rechner so konfiguriert werden, dass eine Internet-Verbindung bei Bedarf automatisch hergestellt wird und dass diese bei Untätigkeit nach einer Weile wieder unterbrochen wird. Wenn Sie einen unbeschränkten Internet-Zugang besitzen, spricht natürlich auch nichts dagegen, die Verbindung sofort beim Rechnerstart herzustellen und bis zum Ausschalten aufrechtzuerhalten.

Bis jetzt haben Sie also nichts anderes getan, als einen einzelnen Rechner mit dem Internet zu verbinden. Die einzelnen Schritte sind im Detail in den Kapiteln 14 und 15 beschrieben. Erst jetzt beginnt die eigentliche Server-Konfiguration, die Thema dieses Kapitels ist.

- **Masquerading:** Damit auch andere Rechner den Internet-Zugang nutzen können, aktivieren Sie die Masquerading-Funktion.

Damit die Client-Rechner diese Funktion nützen können, sind folgende Voraussetzungen erforderlich: Sie müssen über das lokale Netz mit dem Server verbunden sein; am Client muss als Gateway die Adresse des Servers angegeben sein; und am Client muss als DNS die Adresse des DNS Ihres Internet-Providers eingestellt werden. Für erste Tests können Sie diese Einstellungen am Client statisch durchführen.

- **DHCP:** Zur Vereinfachung der Client-Konfiguration empfiehlt es sich, einen DHCP-Server zu installieren, der allen Clients Ihre IP-Adresse zuweist und ihnen außerdem die richtige Gateway- und DNS-Adresse mitteilt.

Die Client-Rechner müssen nun als DHCP-Clients konfiguriert werden, was bei allen Distributionen mit zwei oder drei Mausklicks erledigt ist.

- **Name-Server:** Damit sich die Clients gegenseitig sehen und mit Namen ansprechen können, empfiehlt sich bei größeren Netzwerken die Einrichtung eines eigenen Name-Servers. Dieser Dienst hilft nicht nur bei der internen Kommunikation, sondern stellt sich auch zwischen den DNS des Internet-Providers und die Client-Rechner. Dadurch reduziert sich der Internet-Verkehr zum Provider; gleichzeitig können wiederholte Adressanfragen deutlich schneller beantwortet werden.
- **Firewall:** Zur Absicherung aller Rechner des lokalen Netzwerks gegenüber Angriffen aus dem Internet sollte am Server unbedingt eine Firewall installiert werden.

HINWEIS

Je nach Anforderung können bzw. sollen die Aufgaben auf mehrere Rechner verteilt werden. Am sichersten ist es, wenn es einen eigenen Rechner gibt, der ausschließlich als Firewall und Internet-Zugang dient und auf dem sonst möglichst keine Programme (Dämonen, Netzwerkdienste etc.) ausgeführt werden. Ein zweiter Rechner kann sich dann um DHCP, DNS und diverse andere Aufgaben kümmern.

19.2 Masquerading (Internet-Router)

Grundlagen

Der Ausgangspunkt für das Masquerading (Maskierung, Verkleidung) ist eigentlich immer der gleiche: Es gibt einen Rechner, der (auf welche Weise auch immer) mit dem Internet verbunden ist. Es soll aber nicht nur dieser Rechner, sondern alle Rechner im lokalen Netz Zugang zum Internet bekommen.

Das Problem dabei ist in aller Regel, dass die Clients innerhalb des lokalen Netzes so genannte private IP-Adressen verwenden. Diese Adressen liegen in Adressbereichen, die speziell für lokale Netzwerke reserviert sind (siehe auch Seite 591). Sie sind nur innerhalb des LAN eindeutig, nicht aber darüber hinaus im Internet. Einzig der Server hat (über seine LAN-IP-Adresse hinaus) eine zweite, weltweit eindeutige IP-Adresse, die ihm vom Internet-Provider zugewiesen wird (zumeist nur vorübergehend, also solange die Verbindung zum Provider besteht).

Um Adresskonflikte zu vermeiden, kann der Server die Internet-Anforderungen der Clients nicht einfach unverändert weiterleiten. (In diesem Fall würde man von einem Router sprechen. Umgangssprachlich wird auch das Masquerading oft als Routing bezeichnet, aber das ist nicht ganz exakt. Ein einfaches Routing in das Internet ist nur möglich, wenn alle Clients international eindeutige IP-Adressen haben – und genau das ist in einem LAN nicht der Fall.)

Im Folgenden wird der Rechner mit dem Internet-Zugang als Server bezeichnet, alle anderen Rechner als Clients (ganz unabhängig davon, welche Funktionen diese Rechner sonst erfüllen). Im Fall von Masquerading wird der Server oft auch als Internet-Gateway (korrekt) oder als Internet-Router bezeichnet (was genau genommen falsch ist, siehe unten).

Diese Art der Unterscheidung zwischen Client und Server gilt für das gesamte Buch – aber immer nur für eine bestimmte Funktion! Ein Rechner, der bezüglich seines Internet-Zugangs ein Client ist, kann durchaus für eine andere Funktion (etwa NFS) ein Server sein. In der Praxis werden sehr oft gleich mehrere Server-Funktionen auf einem einzigen Rechner konzentriert – das ist aber nicht zwingend notwendig (und aus Effizienzgründen – gerade in großen Netzen – auch nicht sinnvoll).

Masquerading: Die Idee des Masquerading besteht nun darin, dass der Server für das Internet bestimmte Datenpakete von den Clients annimmt und diese dann so verändert, als würden sie vom Server stammen. Um es noch ein wenig konkreter zu formulieren: Die Absenderadresse des Datenpakets (z. B. 192.168.0.17) wird durch die IP-Adresse des Servers (z. B. 175.118.190.232) ersetzt. Diese Adressänderung wird auch als *Network Address Translation* (NAT) bezeichnet. NAT ist also ein weiterer Begriff zur Beschreibung des Masquerading. (Es gibt verschiedene NAT-Varianten. Masquerading ist nur die einfachste davon.)

Jetzt kann das Datenpaket in das Internet weitergeleitet werden. Im Regelfall kommt aus dem Internet nach einer Weile eine Antwort. (Vielleicht war das ursprüngliche Datenpaket eine Anforderung für ein HTML-Dokument einer Website. Dann ist die Antwort eben dieses HTML-Dokument in Form von IP-Paketen.) Das Problem für den Server besteht nun darin, dass er die Antwort an den richtigen Rechner weiterleitet (also an 192.168.0.17). Woher weiß er aber, welches die korrekte Zieladresse ist? Das Datenpaket wurde ja (nach der Adressänderung) von ihm selbst abgesandt, daher ist auch die Antwort an ihn adressiert (175.118.190.232).

Um eine Adressauflösung der Antwortpakete zu ermöglichen, verändert der Server nicht nur die Absenderadresse, sondern auch den Absender-Port. (Die TCP/IP-Kommunikation erfolgt über verschiedene Ports. Die Port-Nummer ist eine Zusatzinformation, die den gewünschten Internet-Dienst kennzeichnet. FTP verwendet z. B. normalerweise die Ports 20 und 21, HTTP 80 etc. Daneben gibt es viele Port-Nummern ohne feste Zuordnung. Diese Nummern werden unter anderem für das Masquerading eingesetzt.) Für jede IP-Adresse innerhalb des lokalen Netzes wird eine bestimmte Port-Nummer verwendet.

Es stellt ein Sicherheitsrisiko dar, einen Rechner mit dem Internet zu verbinden. Entsprechend größer ist das Risiko, via Masquerading gleich mehrere Rechner mit dem Internet zu verbinden! Wenn Sie das Masquerading einsetzen, sollten Sie auch eine Firewall verwenden! Mehr dazu erfahren Sie am Ende dieses Kapitels ab Seite 828.

Der Startpunkt zum Thema Linux-Masquerading befindet sich hier:

<http://ipmasq.cjb.net>

Je nachdem, ob Sie mit Kernel 2.2 oder 2.4 arbeiten, sollten Sie auch einen Blick in das IPCHAINS-HOWTO (Kernel 2.2) bzw. in das Linux-2.4-Packet-Filtering-HOWTO und das Linux-2.4-NAT-HOWTO werfen:

<http://www.linuxdoc.org/HOWTO/IPCHAINS-HOWTO.html>

<http://netfilter.samba.org/unreliable-guides/packet-filtering-HOWTO/>

<http://netfilter.samba.org/unreliable-guides/NAT-HOWTO/>

Kernel-Versionen: Das Masquerading wird je nach Kernel-Version mit unterschiedlichen Kommandos eingerichtet:

Kernel 2.0: `ipfwadm`

Kernel 2.2: `ipchains`

Kernel 2.4: `iptables` (oder `ipchains`)

Dieser Abschnitt beschreibt nur die Kommandos für die Kernel-Version 2.2 und 2.4. Beachten Sie, dass Sie bei den meisten aktuellen Distributionen auf der Basis von Kernel 2.4 auch die `ipchains`-Kommandos verwenden können. Der Grund dafür besteht darin, dass der Kernel je nach Konfiguration einen Kompatibilitätsmodus für `ipchains` enthält. Da viele Masquerading- und Firewall-Tools noch immer auf `ipchains` aufbauen, steht dieser Kompatibilitätsmodus (das Modul `ipchains`) meist per Default zur Verfügung.

Masquerading versus Firewall: Masquerading- und Firewall-Funktionen sind eng miteinander verwandt. Dieser Abschnitt geht davon aus, dass der Rechner *nicht* schon als Firewall konfiguriert ist. Sollte das der Fall sein, müssen Sie unter Umständen zuerst einzelne Firewall-Funktionen abschalten, bevor Sie das Masquerading aktivieren können. Hintergrundinformationen darüber, was Firewalls sind und wie sie funktionieren, finden Sie ab Seite 828.

Masquerading mit Kernel 2.2

Nach dieser relativ ausführlichen Beschreibung der Masquerading-Funktionsweise erwarten Sie vielleicht eine dementsprechend komplizierte Konfiguration unter Linux. Weit gefehlt! Bei Kernel 2.2 reichen drei einfache Kommandos aus, um das Masquerading zu aktivieren!

```
root# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
root# /sbin/ipchains -P forward DENY
root# /sbin/ipchains -A forward -s 192.168.0.0/24 -i ppp0 -j MASQ
```

Dazu eine kurze Erklärung: Das `echo`-Kommando aktiviert die IP-Forwarding-Funktion des Kernels. (Diese ist aus Sicherheitsgründen in der Defaulteinstellung deaktiviert.) Bei vielen Distributionen können Sie statt `echo` auch das elegantere `sysctl`-Kommando verwenden:

```
root# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
```

Das erste `ipchains`-Kommando verbietet aus Sicherheitsgründen jede Weiterleitung von IP-Paketen. Eine kurze Beschreibung des Kommandos finden Sie am Ende dieses Kapitels (siehe Seite 828).

Das zweite `ipchains`-Kommando hebt das erste Kommando zum Teil wieder auf und erlaubt nun doch die Weiterleitung von Paketen, allerdings nur von solchen, die aus dem Adressraum 192.168.0.* stammen, und nur an das Netzwerk-Interface `ppp0`. Dabei wird gleichzeitig ein Masquerading durchgeführt. Bei diesem Kommando müssen Sie natürlich die IP-Adresse an Ihren eigenen Adressraum anpassen und statt `ppp0` das betreffende Interface angeben (z. B. `ipp0`, wenn die Internet-Verbindung via ISDN hergestellt wird).

Um das Masquerading wieder zu deaktivieren, löschen Sie die Masquerading-Regel (drittes Kommando von oben) wieder. Achten Sie darauf, dass sich das Kommando nur in der Option `-D` (statt `-A`) vom ursprünglichen Kommando unterscheiden darf!

```
root# /sbin/ipchains -D forward -s 192.168.0.0/24 -i ppp0 -j MASQ
```

Zur Sicherheit können Sie die Forwarding-Funktion des Kernels auch wieder deaktivieren, wobei Sie wahlweise eines der beiden folgenden Kommandos ausführen (je nachdem, ob `sysctl` zur Verfügung steht oder nicht):

```
root# echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
root# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
```

Masquerading mit Kernel 2.4

Auch beim Kernel 2.4 müssen Sie zuerst mit `echo` oder `sysctl` die IP-Forwarding-Funktion aktivieren. Anschließend definieren Sie mit `iptables` eine Regel, gemäß der IP-Pakete, die das lokale Netzwerk verlassen sollen, über das Interface `ppp0` geleitet und dabei entsprechend den NAT-Regeln manipuliert werden. (Je nachdem, wie Ihr Internet-Zugang konfiguriert ist, müssen Sie statt `ppp0` ein anderes Interface angeben, etwa `eth1` oder `ipp0`!)

```
root# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
root# iptables -A POSTROUTING -t nat -o ppp0 -j MASQUERADE
```

Die beiden obigen Kommandos sind zwar ausreichend, aus Sicherheitsgründen ist es aber empfehlenswert, zumindest eine minimale Absicherung gegen Missbrauch durchzuführen. Das folgende Beispiel geht davon aus, dass das lokale Netz via `eth1` mit dem

Server verbunden ist und dass der Internet-Zugang über das Interface ppp0 läuft. Die drei zusätzlichen Kommandos bewirken, dass zwar alle Pakete das lokale Netzwerk verlassen dürfen, dass aber nur solche Pakete in das lokale Netzwerk eingelassen werden, die als Reaktion auf eine Datenanforderung gesandt wurden (die also in einer Beziehung zu ausgesandten Paketen stehen).

```
root# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
root# iptables -P FORWARD DROP
root# iptables -A FORWARD -i eth1 -o ppp0 -j ACCEPT
root# iptables -A FORWARD -i ppp0 -o eth1 -m state \
    --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
root# iptables -t nat -A POSTROUTING -o ppp0 -j MASQUERADE
```

Um die Masquerading-Funktionen zu deaktivieren, führen Sie folgende Kommandos aus:

```
root# iptables -t nat -D POSTROUTING -o ppp0 -j MASQUERADE
root# echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

HINWEIS

Alle hier angegebenen Beispiele setzen voraus, dass vorher keine iptables-Kommandos ausgeführt wurden und sich das iptables-System daher im Defaultzustand befindet.

Wenn Ihr System richtig konfiguriert ist, werden bei der Ausführung der iptables-Kommandos automatisch die entsprechenden ipchains-Kernel-Module geladen. Sollte das nicht klappen, müssen Sie die betreffenden Module manuell mit modprobe aktivieren. Die wichtigsten Module sind: ip_tables, iptable_nat, ip_conntrack, ipt_MASQUERADE, iptable_filter, ip_conntrack_ftp und ip_nat_ftp.

Das Kommando iptables kann nicht angewandt werden, wenn gleichzeitig ipchains verwendet wird und daher das ipchains-Modul geladen ist! Führen Sie gegebenenfalls rmmod ipchains aus!

Automatische Aktivierung bzw. Deaktivierung von Masquerading

Natürlich werden Sie das Masquerading nicht bei jedem Rechnerstart des Servers manuell aktivieren! Die übliche Vorgehensweise besteht darin, das Masquerading im Rahmen einer Firewall-Script-Datei zu aktivieren. Diese Script-Datei wird während des Init-V-Prozesses ausgeführt und kümmert sich neben dem Masquerading auch gleich um die bestmögliche Absicherung des Rechners gegen unerwünschten Besuch (mehr dazu ab Seite 828).

Der Dateiname für diese Script-Datei lautet meist /etc/init.d/firewall oder ipchains oder iptables. Allerdings liefern nicht alle Distributionen Firewall-Script-Dateien oder zumindest Tools zur Erstellung solcher Script-Dateien mit.

Prinzipiell ist es auch möglich, die Masquerading-Kommandos in den ip-up- bzw. ip-down-Script-Dateien in /etc/ppp auszuführen. Damit wird Masquerading aktiviert,

sobald eine Internet-Verbindung hergestellt wird, und automatisch wieder deaktiviert, wenn die Verbindung getrennt wird.

Diese Vorgehensweise ist allerdings nicht mit Dial-on-Demand kompatibel. Wenn Sie also möchten, dass eine Internet-Verbindung automatisch hergestellt wird, sobald irgendein Rechner im Netzwerk ein Datenpaket an das Internet versendet, muss das Masquerading schon vorher aktiviert sein. (Andernfalls kann der PPP-Dämon nicht erkennen, dass eine Verbindung hergestellt werden soll.)

Probleme

Das Masquerading ist zwar eine elegante Lösung, um Rechnern ohne weltweit eindeutige IP-Nummer dennoch einen Internet-Zugang zu geben, es gibt aber auch Probleme, von denen hier nur die wichtigsten aufgezählt werden.

- Bei einer ganzen Reihe von Internet-Protokollen sind Schutzmechanismen vorgesehen, in denen die Zuordnung von IP-Adressen überprüft wird. Der durch das Masquerading nicht mehr eindeutige Zusammenhang zwischen IP-Adresse und einem Rechner kann Schwierigkeiten verursachen.
- Manche Protokolle sehen vor, dass IP-Adressen nicht nur in den IP-Paketen, sondern auch innerhalb der Datenpakete übertragen werden (als ASCII-Text oder auch verschlüsselt). Ein bekanntes Beispiel dafür ist FTP. Damit FTP trotz des Masquerading funktioniert, muss der Masquerading-Server also nicht nur die Adressierung von IP-Paketen ändern, sondern in manchen Fällen auch deren Inhalt!

Linux sieht für eine ganze Reihe von Internet-Diensten entsprechende Masquerading-Module vor (z. B. `ip_masq_ftp` für FTP). Die Module müssen bei Bedarf mit `modprobe` aktiviert werden. Für Kernel 2.2 sieht das Kommando so aus:

```
root# modprobe ip_masq_ftp
```

Bei Kernel 2.4 führen Sie stattdessen diese Kommandos aus:

```
root# modprobe ip_nat_ftp
root# modprobe ip_conntrack_ftp
```

- Wenn der Masquerading-Server via ADSL/PPPoE mit dem Internet verbunden ist, kann es Probleme mit der maximalen IP-Paketlänge geben. Die Abhilfe besteht darin, bei allen Clients die maximale Paketlänge (MTU) zu reduzieren oder auf dem Server ein so genanntes MSS-Clamping durchzuführen (siehe Seite 672).

TIPP

Wenn bei Clients Probleme mit FTP-Verbindungen auftreten, lassen sich diese fast immer lösen, indem der FTP-Client im passiven Modus betrieben wird. Fast jeder Client hat eine dementsprechende Einstellmöglichkeit bzw. aktiviert den passiven Modus bei Bedarf selbstständig.

19.3 DHCP-Server einrichten

In Kapitel 14 wurden diverse Dateien beschrieben, mit denen die Basisparameter eines Netzwerkrechners eingestellt werden: die eigene IP-Adresse, die Adressen anderer Rechner im lokalen Netzwerk (`/etc/hosts`), die Adresse des Internet-Gateways, die Adresse eines externen Domain-Name-Servers etc. All diese Parameter können mit verschiedenen Konfigurationsprogrammen auf jedem Rechner statisch eingestellt werden.

Für kleinere Netze ist das eine praktikable Vorgehensweise. Bei größeren Netzen ist es hingegen sinnvoller, wenn ein Rechner sich um die Zuweisung von IP-Adressen an alle anderen Rechner kümmert. Dazu wird üblicherweise das *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) eingesetzt. Der Steuerungsrechner wird DHCP-Server, die anderen Rechner werden DHCP-Clients genannt.

DHCP hat gegenüber einer manuellen Konfiguration mehrere Vorteile:

- Die Administration erfolgt zentral und kann daher einfach durchgeführt werden.
- Die Client-Konfiguration beschränkt sich damit im Regelfall auf ein absolutes Minimum. (Es müssen lediglich der Rechner- und der Domainname angegeben und DHCP aktiviert werden.)
- Das Einfügen neuer Rechner in das Netzwerk ist problemlos und erfordert keinerlei Veränderungen an der zentralen Konfigurationsdatei. Das ist besonders bei Notebooks attraktiv, die nur manchmal an das Netz angeschlossen werden.
- Nur tatsächlich laufende Rechner beanspruchen IP-Adressen. (Das ist nur dann ein Vorteil, wenn die IP-Adressen knapp sind. In lokalen Netzen ist das zumeist nicht der Fall.)

Ein DHCP-System ist allerdings auch mit Nachteilen verbunden:

- Das Funktionieren des gesamten Netzwerks hängt jetzt davon ab, dass der Rechner mit dem DHCP-Server läuft. (Sollte dieser Server ausfallen, verwenden die schon laufenden Clients einfach die zuletzt verwendete Adresse weiter. Neu eingeschalteten Clients fehlt aber jegliche Information über die Netzwerkadressen. Die Abhängigkeit von einem Rechner kann vermindert werden, indem mehrere Rechner als DHCP-Server konfiguriert werden.)
- Die Rechner im lokalen Netz kennen ihre gegenseitigen Namen nicht. Sie können auf dem Rechner *jupiter* nicht ein `ping saturn` ausführen, weil *jupiter* nicht weiß, welche IP-Nummer *saturn* hat. Solange die Clients nur Internet-Dienste in Anspruch nehmen oder wenn es sich um Windows-Clients handelt, spielt diese Einschränkung keine Rolle. Wenn aber zwischen den lokalen Rechnern Unix-Dienste wie NFS genutzt werden sollen, müssen sowohl aus Gründen des Arbeitskomforts als auch zur Steuerung der Zugriffsrechte (welcher Rechner darf welche Dienste in Anspruch nehmen) allen Rechnern die Namen aller anderen Rechner bekannt sein.

Um das zu erreichen, muss auf einem Rechner – üblicherweise auf demselben, auf dem auch der DHCP-Server läuft – ein so genannter Name-Server eingerichtet wer-

den. Das Zusammenspiel zwischen dem DHCP- und dem Name-Server ist allerdings problematisch und oft schwierig zu konfigurieren.

- Ein dynamisches DHCP-System kann ein Sicherheitsrisiko darstellen. Jeder (der bis in Ihr Büro vordringt) kann sich mit einem Notebook bequem an das Netz anschließen. (Inwieweit tatsächlich ein Zugriff auf Daten möglich ist, hängt stark von der restlichen Konfiguration des Netzwerks ab. Aber der erste Schritt wird sehr leicht gemacht.)

In der Praxis wird oft ein Mittelweg beschritten: Obwohl die Abkürzung DHCP eigentlich den Begriff *Dynamic* enthält, wird das DHCP-System statisch konfiguriert: Das bedeutet, dass die IP-Adressen nicht dynamisch zugewiesen werden, sondern dass für jeden Rechner (genau genommen: für jede Netzwerkkarte) immer wieder dieselbe IP-Adresse eingesetzt wird. Die Konfiguration eines derartigen Systems erfordert zwar ein wenig mehr Arbeit als ein vollständig dynamisches System, hat aber immer noch den Vorteil der zentralen Wartung.

Falls kein eigener Name-Server eingerichtet wird, besteht ein weiterer Vorteil statischer IP-Adressen darin, dass es nun möglich ist, auf den Clients `/etc/hosts`-Dateien einzurichten, um auf diese Weise eine Namensauflösung im lokalen Netz zu ermöglichen.

Funktionsweise

Die Funktionsweise von DHCP sieht in etwa so aus: Wenn ein Rechner (also ein DHCP-Client) neu gestartet wird, schickt dieser eine Rundsendung an die Adresse 255.255.255.255. (Durch diese Adresse erreicht die Anfrage *alle* Rechner im lokalen Netz.) Nur der DHCP-Server (unter Linux das Programm `dhcpd`) reagiert auf diese Anfrage und sendet als Antwort die erste freie IP-Adresse aus dem Adressbereich (also aus der Liste der verfügbaren IP-Adressen).

Vielleicht fragen Sie sich, wohin der Server die Antwort sendet – der Client hat ja noch gar keine IP-Adresse. Zur Adressierung reicht die MAC-Adresse aus – und die ist aus der Anfrage bereits bekannt. Bei der MAC-Adresse (*Media Access Control*) handelt es sich um eine eindeutige ID-Nummer der Netzwerkkarte, mit der jede Ethernet-Karte automatisch ausgestattet ist.

Der DHCP-Server vergibt IP-Adressen für eine bestimmte Zeit (*Lease Time*). Die Default-Zeit bei `dhcpd` beträgt einen Tag, kann aber beliebig anders eingestellt werden. Bevor diese Zeitspanne vergeht, muss der Client die Adresse beim DHCP-Server erneuern oder eine neue Adresse anfordern.

`dhcpd` speichert alle vergebenen dynamischen IP-Adressen (nicht aber statische IP-Adressen) in der Datei `/var/state/dhcp/dhcpd.leases`. Selbst wenn der Server abstürzen sollte, weiß `dhcpd` nach dem Neustart, welche Adressen an wen vergeben sind. Diese Datei muss existieren, damit `dhcpd` gestartet werden kann. (Sollten Sie die Datei aus irgendeinem Grund löschen, müssen Sie die Datei anschließend mit `touch` wieder erzeugen!)

Weitere Informationen zu den technischen Hintergründen von DHCP sowie zur Konfiguration von Client und Server finden Sie in der DHCP-Dokumentation, in den man-Pages zu `dhcpcd`, `dhcpcd.conf` und `dhcpc-options`, im DHCP-Mini-HOWTO und im Net-HOWTO sowie (kurz und übersichtlich) im Home-Network-Mini-HOWTO. Die offizielle Dokumentation zu dem unter Linux üblicherweise eingesetzten DHCP-Server finden Sie unter:

<http://www.isc.org/products/DHCP/>

DHCP-Server-Konfiguration

/etc/dhcpd.conf: Die erste Grundvoraussetzung für den Betrieb eines DHCP-Servers besteht darin, dass das Paket `dhcpcd` (oder `dhcpc`) installiert wird. Es wird mit allen gängigen Distributionen mitgeliefert. Anschließend muss die zentrale Konfigurationsdatei `/etc/dhcpd.conf` eingestellt werden. Die folgenden Zeilen geben dafür ein einfaches Beispiel:

```
# /etc/dhcpd.conf
# globale Optionen
# Eckdaten des lokalen Netzes
option broadcast-address 192.168.0.255;
option subnet-mask 255.255.255.0;
option routers 192.168.0.1;

# DNS-Adressen des Internet Service Providers
# (maximal drei, getrennt durch Leerzeichen)
option domain-name-servers 199.85.37.2;

# ab dhcpcd-Version 3: Kommunikation mit DNS
ddns-update-style none;

# dynamischer Adressbereich
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.0.128 192.168.0.254;
    default-lease-time 86400;
    max-lease-time 86400;
```

Das Ziel der obigen Konfiguration ist es, IP-Adressen zwischen 192.168.0.128 und 192.168.0.254 dynamisch zu vergeben. (192.168.0.0 und 192.168.0.255 kommen nicht in Frage, weil sie reservierte IP-Nummern sind. 192.168.0.1 ist die Adresse des Rechners, auf dem `dhcpcd` läuft, und fehlt deswegen in `range` ebenfalls. Der Bereich 192.168.0.2 bis 192.168.0.127 wurde ausgenommen, um diesen Bereich statisch zu vergeben – siehe unten.) Die maximale Gültigkeit von IP-Nummern beträgt einen Tag. (Die Zeitangabe erfolgt also in Sekunden.)

Optionen: Einige Anmerkungen zu den Optionen: `routers` gibt die Adresse des Rechners an, der innerhalb des lokalen Netzwerks als Router (also z. B. als Internet-Gateway) dienen soll. Im obigen Beispiel handelt es sich dabei um denselben Rechner, der auch als DHCP-Server eingesetzt wird.

Mit `domain-name-servers` können Sie eine Liste von DNS-Adressen angeben (getrennt durch Kommas!). Wenn Sie einen lokalen DNS verwenden, geben Sie dessen Adresse an. Die Adressen werden ebenfalls an die Clients übertragen, sodass dort auf die DNS-Konfiguration verzichtet werden kann.

HINWEIS

Falls Sie in Ihrem Netzwerk einen WINS-Server laufen haben, können Sie dessen Adresse mit der Option `netbios-name-servers` angeben. WINS ist das Gegenstück zu DNS für die Windows-Welt. Ein WINS-Server kann dank Samba auch von einem Linux-Rechner zur Verfügung gestellt werden.

Dynmic DNS: Das Schlüsselwort `ddns-update-style` steht erst ab der Version 3 von `dhcpcd` zur Verfügung. Damit wird eingestellt, wie `dhcpcd` mit einem DNS (Name-Server) kommuniziert. Zurzeit gibt es drei Möglichkeiten: `none`, `ad-hoc` oder `interim`; für die nahe Zukunft ist eine vierte Variante vorgesehen. Falls Sie im lokalen Netzwerk keinen eigenen DNS betreiben oder wenn Sie sowohl den DHCP-Server als auch den DNS statisch konfigurieren möchten, geben Sie hier `none` an. (Details zu den Kommunikationsmechanismen zwischen dem DHCP-Server und DNS bekommen Sie mit `man dhcpcd.conf`.)

Statische Adressen: Wenn Ihr einziges Ziel darin bestand, alle Clients im lokalen Netz mit IP-Adressen zu versorgen, sind Sie schon fertig! Möglicherweise ziehen Sie aber (zumindest für einen Teil der Rechner) statische Adressen vor. Die folgenden Zeilen geben hierfür ein Beispiel.

Dem Rechner mit der MAC-Adresse `00:48:54:39:b0:26` wird die IP-Adresse `192.168.0.2` zugewiesen, einem weiteren Rechner die Adresse `192.168.0.10`, einem dritten `192.168.0.12`. Wenn Sie nicht möchten, dass der Hostname an die Clients übertragen wird, entfernen Sie die Option `use-host-decl-names`. Die meisten Clients ignorieren diese Information in der Default-Einstellung `ohnedies` (siehe auch Seite 606). Insofern hat die Angabe des Hostnamens hier eher den Sinn, die Datei besser lesbar zu machen.

```
# /etc/dhcpd.conf, Fortsetzung
# statische Adressen
group {
    use-host-decl-names on;
    host uranus {
        hardware ethernet 00:48:54:39:b0:26;
        fixed-address 192.168.0.2; }
    host mars {
        hardware ethernet 00:84:54:93:b0:62;
        fixed-address 192.168.0.10; }
```

```
host venus {
    hardware ethernet 00:84:0b:26:45:93;
    fixed-address 192.168.0.12; }
...
}
```

Falls der Rechner mit dem DHCP-Server Zugang zu einem Name-Server mit den Namen und IP-Adressen der lokalen Rechner hat, können Sie in `/etc/dhcpd.conf` statt der IP-Adressen auch die Rechnernamen eintragen.

Sie können mit `dhcpd` auch mehrere Subnetzbereiche und Gruppen verwalten. Optionen können wahlweise am Beginn der Datei oder innerhalb geklammerter Gruppen angegeben werden. Dementsprechend gelten sie global oder nur innerhalb einer Gruppe. In `dhcpd.conf` können unzählige weitere Optionen verwendet werden. Die Details entnehmen Sie bitte den man-Seiten.

HINWEIS

Vielleicht fragen Sie sich, wie Sie die MAC-Adresse Ihrer Netzwerkkarte ermitteln sollen. Es gibt eine Menge Möglichkeiten: Eine wäre die dynamische DHCP-Konfiguration. Die Datei `/var/state/dhcp/dhcpd.leases` enthält die MAC-Adressen aller zurzeit aktiven Clients, soweit diesen eine dynamische IP-Adresse zugewiesen wurde. Unter Linux können Sie die Adresse der eingebauten Netzwerkkarte auch mit `ifconfig` oder mit `dmesg` herausfinden. Unter Windows führen Sie zu diesem Zweck das Kommando `IPCONFIG.EXE /ALL` in einem DOS-Fenster aus.

dhcpd starten: Für den ersten Start von `dhcpd` (nach der Installation und der erstmaligen Erstellung von `dhcpd.conf`) wird das Programm bei Red Hat folgendermaßen gestartet:

```
root# /etc/init.d/dhcpd start
```

HINWEIS

Falls `dhcpd` nicht das Interface `eth0` nutzen soll, müssen Sie `/etc/rc.d/init.d/dhcpd` ändern und beim Aufruf von `dhcpd` die Option `-p ethn` hinzufügen.

Bei SuSE müssen Sie vor dem ersten Start einen Blick in `/etc/rc.config` werfen. Stellen Sie darin `START_DHCPD` auf `yes`. Falls das lokale Netzwerk nicht über `eth0` angesprochen wird, müssen Sie auch `START_INTERFACE` entsprechend ändern.

```
# in /etc/rc.config (SuSE)
# dhcpd automatisch starten
START_DHCPD="yes"
```

Alle weiteren Einstellungen führen Sie in `/etc/rc.config.d/dhcpd.rc.config` durch:

```
# in /etc/rc.config.d/dhcpd.rc.config (SuSE)
# lokales Netz wird über eth1 angesprochen
DHCPD_INTERFACE="eth1"
```

Wenn Sie in Zukunft `dhcpcd.conf` ändern, werden diese Einstellungen erst gültig, nachdem `dhcpcd` mit `restart` neu gestartet wurde. Beachten Sie, dass dabei die `dhcpcd.leases`-Datei neu erstellt wird und somit alle Informationen über die momentan vergebenen IP-Adressen verloren gehen.

DHCP-Client-Konfiguration

Linux-Clients: Die Netzwerkkonfigurationsprogramme aller Linux-Distributionen sehen eine DHCP-Konfiguration vor. Intern wird dabei während des Init-V-Prozesses je nach Distribution eines der drei folgenden Programme ausgeführt: `dhclient`, `dhcpcd` oder `pump`. Beachten Sie, dass je nach Distribution und Konfiguration nur die IP-Adressen berücksichtigt werden, nicht aber der Host- und der Domainname (siehe Seite 606).

VERWEIS

Die Client-Konfiguration mit und ohne DHCP wird ab Seite 582 beschrieben. Intern zur Konfiguration von DHCP und zum Aufruf der DHCP-Client-Programme finden Sie ab Seite 603.

Zum Ausprobieren des DHCP-Servers müssen Sie den Client natürlich nicht immer neu starten. Es reicht, den DHCP-Server bzw. die Netzwerkfunktionen neu zu starten, etwa durch die folgenden Kommandos (je nach Distribution):

```
root# /etc/init.d/network restart
root# /etc/init.d/dhclient restart
```

Anschließend können Sie sich mit `ifconfig` sowie durch einen Blick in die Datei `/etc/resolv.conf` vergewissern, ob alles funktioniert hat.

TIPP

Beachten Sie, dass KDE die geänderten Netzwerkeinstellungen nicht immer bemerkt. Wenn also beispielsweise `konqueror` plötzlich keine Seiten aus dem Internet empfangen kann, obwohl ein `ping` an dieselbe Adresse funktioniert, müssen Sie KDE neu starten (sich also ausloggen und neu einloggen).

Windows-Clients: DHCP wird erfreulicherweise auch unter Windows unterstützt (siehe Abbildung 19.2). Der Dialog, in dem DHCP einzustellen ist, ist aber natürlich bei jeder Windows-Version woanders versteckt. Suchen Sie nach einem TCP/IP-Eigenschaftsdialog für die Netzwerkkarte. Dort sollten Sie eine Option in der Art IP-ADRESSE AUTOMATISCH BEZIEHEN finden.

TIPP

Auch bei den meisten Windows-Versionen ist kein Neustart erforderlich, um eine veränderte DHCP-Server-Konfiguration auszuprobieren. Öffnen Sie stattdessen ein Kommandofenster und führen Sie das folgende Kommando aus:

```
ipconfig /renew
```

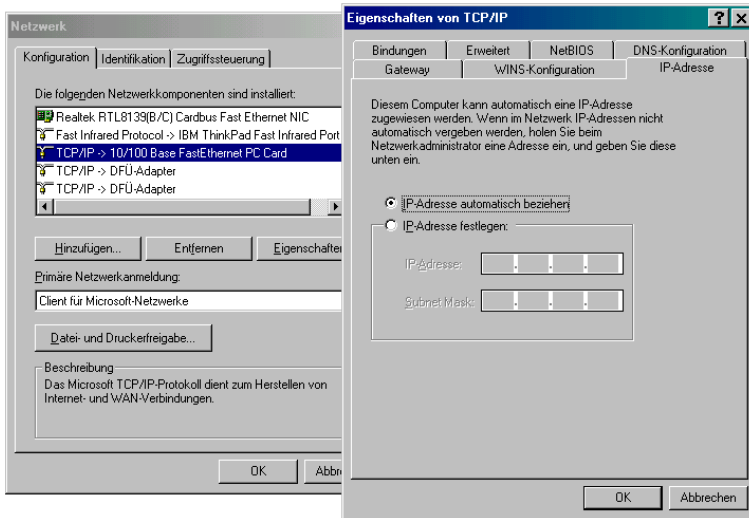


Abbildung 19.2: DHCP-Client-Konfiguration unter Windows

19.4 Domain-Name-Server einrichten

Einführung

Dank des DHCP-Servers ist es jetzt nicht mehr erforderlich, dass auf jedem Client ein Dutzend Einstellungen durchgeführt werden müssen, bis der Rechner in das Netzwerk integriert ist. Störend an der DHCP-Konfiguration (im Vergleich zu einer dezentralen Konfiguration mit umfangreichen `/etc/hosts`-Dateien auf allen Rechnern) ist allerdings der Umstand, dass die Rechner sich gegenseitig nicht kennen.

Es gibt Anwendungsfälle, in denen das keine Rolle spielt – etwa dann, wenn Ihr Ziel darin bestand, eine Reihe von Windows-Rechnern an das Internet anzuschließen. Wenn Ihre Clients dagegen ebenfalls unter Linux laufen und gegenseitig Daten austauschen sollen (FTP, Telnet, NFS, Zugang zu Netzwerkdruckern etc.), dann muss es möglich sein, dass der Rechner *jupiter* das Kommando `ping saturn` ausführt. Damit das funktioniert, muss der Rechner *jupiter* bei einem zentralen Rechner anfragen können, welche IP-Adresse *saturn* hat. Genau das ist die Aufgabe des Domain-Name-Servers!

Ein Domain-Name-Server (DNS) stellt also den Zusammenhang zwischen Rechnernamen und IP-Adressen her. Wenn ein DNS für ein lokales Netzwerk eingerichtet wird, erfüllt das Programm zwei Aufgaben:

- Der DNS verwaltet einen Cache der zuletzt benutzten Internet-Adressen. Wenn Sie also zum zweiten Mal an einem Tag zu `www.yahoo.com` surfen, muss nicht wieder der DNS Ihres Internet-Providers gefragt werden, welches nun die IP-Adresse von Yahoo ist. Der lokale DNS hat sich die Adresse schon gemerkt.

- Der DNS verwaltet die Namen und IP-Adressen der Rechner des lokalen Netzes.

Weltweit sind unzählige DNS im Einsatz, die alle gegenseitig in Kontakt stehen. Wenn also ein DNS einen Namen nicht selbst kennt, gibt er die Anfrage an einen anderen DNS weiter. Die DNS sind hierarchisch organisiert.

Obwohl sich die Kombination von DHCP und DNS anbietet, können beide Programme selbstverständlich für sich verwendet werden. Prinzipiell ist es sogar möglich, einen DNS als IP-Cache auf einem Standalone-Rechner zu installieren (wenngleich Aufwand und Nutzen wohl nicht in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen).

Als DNS wird unter Linux/Unix meist das Programm `named` eingesetzt, das wiederum Teil des Pakets `bind8` oder `bind9` ist. (BIND steht für *Berkeley Internet Name Domain*.) Obwohl `bind` einen De-facto-Standard für DNS unter Unix/Linux darstellt, gibt es auch Alternativen, z. B. das Programm `pdnsd`, das vor allem als Adress-Cache für kleine Systeme gedacht ist. Dieser Abschnitt beschreibt `named` auf der Basis von `bind9`.

VORSICHT

Die Konfiguration eines lokalen DNS hat den Nachteil, dass bei jeder Anfrage nach einem Internet-Namen (oder nach einem ungültigen Rechnernamen, und sei es nur wegen eines Tippfehlers) ein externer DNS kontaktiert wird. Oft werden solche Anfragen nicht durch Anwender erzeugt, sondern durch Programme, die auf irgendeinem Rechner im Hintergrund laufen und regelmäßig aktiv werden (etwa `send-mail`).

Wenn Sie Ihren Internet-Zugang im Dial-on-Demand-Modus konfiguriert haben, wird dabei jedes Mal eine Verbindung hergestellt. Dieses Problem ist schwer in den Griff zu bekommen, weil es genau genommen kein Fehlverhalten ist. (Ausnahme: Stimmt hier wirklich der Spruch: *It's not a bug, it's a feature!*) Hinweise, wie Sie der Ursache eines unerwünschten Verbindungsaufbaus auf die Spur kommen, finden Sie in der ISDN- und PPP-Dokumentation (siehe auch Kapitel 15).

Generell ist eine DNS-Konfiguration meist nur zweckmäßig, wenn Sie entweder einen günstigen Internet-Zugang haben (idealerweise ohne Zeittarif) oder aber auf Dial-on-Demand verzichten.

VERWEIS

Dieser Abschnitt beschreibt die Inbetriebnahme von `named`, geht aber nicht weiter auf die Hintergründe oder auf die Details der Konfigurationsdateien ein. Aus Platzgründen wird ausschließlich die Konfiguration als Name-Cache und als DNS für das lokale (private) Netz behandelt. Weiterführende Informationen zu DNS finden Sie im DNS-HOWTO, im Domain-Setup-Mini-HOWTO, in der sehr umfangreichen Dokumentation zu `bind8` bzw. `bind9` sowie im Internet:

<http://www.isc.org/products/BIND/>
<http://www.acmebw.com/cats.htm>

Einen lesenswerten, praxisorientierten Artikel zur Konfiguration eines lokalen Netzes mit DHCP, DNS (`bind8`) etc. finden Sie unter:

<http://www.linuxgazette.com/issue51/nielsen.html>

Konfiguration als Name-Server-Cache

Bei jeder DNS-Konfiguration arbeitet `named` als Cache. Die einfachste Konfigurationsvariante besteht darin, dass das die einzige Aufgabe von `named` ist. Dazu müssen Sie die mitgelieferten Konfigurationsdateien meist nicht oder nur minimal verändern.

Tipp

Lassen Sie sich von der fürchterlichen Syntax der `named`-Konfigurationsdateien nicht abschrecken! Normalerweise können Sie die mitgelieferten Musterdateien (mit ein paar kleinen Änderungen) verwenden.

/etc/named.conf: Diese Datei ist der Ausgangspunkt für die Konfiguration. Zur Einrichtung eines Name-Caches (die einfachste Form einer DNS-Konfiguration) sollte `/etc/named.conf` wie das folgende Muster aussehen. Bei den meisten Distributionen wird eine derartige Datei gleich mitgeliefert. Sie müssen darin eventuell einige Zeilen löschen.

Die einzige Veränderung betrifft die IP-Adressen im `forwarders`-Bereich. Hier geben Sie die DNS-Adresse an, die Ihnen Ihr Internet Service Provider zur Verfügung stellt. (`named` funktioniert auch ohne `forwarders`-Abschnitt. Mit dieser Ergänzung funktioniert die Namensauflösung aber besser und vor allem effizienter.)

```
# /etc/named.conf
options {
    directory "/var/named";
    # DNS-Adresse Ihres Providers
    forwarders { 199.85.37.2; };
    notify no;
};

zone "localhost" in {
    type master;
    file "localhost.zone";
};

zone "0.0.127.in-addr.arpa" in {
    type master;
    file "127.0.0.zone";
};

zone "." in {
    type hint;
    file "root.hint";
};
```

Die wichtigste Option ist `directory`. Sie gibt an, wo sich alle weiteren Konfigurationsdateien befinden und wo die IP- und Namensdatenbanken des DNS gespeichert werden.

`/etc/named.conf` setzt voraus, dass sich in `/var/named` die Dateien `root.hint` und `127.0.0.zone` befinden. Sie können diese Dateien vorerst unverändert lassen. `127.0.0.zone` sollte etwa wie das folgende Muster aussehen. Achten Sie darauf, dass darin als einziger Rechnername `localhost` vorkommt.

```
; /var/named/127.0.0.zone
$TTL 1W
@                IN SOA          localhost.  root.localhost. (
                                42                ; serial (d. adams)
                                2D                ; refresh
                                4H                ; retry
                                6W                ; expiry
                                1W )              ; minimum

                IN NS          localhost.
1               IN PTR         localhost.
```

/etc/resolv.conf: In dieser Datei muss `nameserver` jetzt ausschließlich auf `127.0.0.1` verweisen (also auf den lokalen Rechner). Die restlichen Einstellungen können bleiben, wie sie sind.

Falls Sie einen Internet-Zugang via PPP haben, müssen Sie aus der PPP-Optionendatei die Option `usepeerdns` entfernen – sonst wird `/etc/resolv.conf` bei jedem Verbindungsaufbau durch provider-spezifische Daten überschrieben. Wenn Sie mit SuSE arbeiten, sollten Sie in `/etc/rc.config` die Variable `MODIFY_RESOLV_CONF_DYNAMI-CALLY` auf `no` stellen, damit in Zukunft alle SuSE-Scripts von eigenmächtigen Veränderungen dieser Datei absehen.

```
# /etc/resolv.conf
search sol
nameserver 127.0.0.1
```

/etc/nsswitch: Diese Datei muss die Zeile `hosts: files dns` enthalten. Das ist normalerweise schon der Fall.

Name-Server erstmals starten: Falls Sie gerade keine Verbindung zum Internet haben, müssen Sie diese herstellen. Anschließend führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/named start
```

In `/var/log/messages` sollten jetzt in etwa die folgenden Meldungen protokolliert werden. (Generell ist es eine gute Idee, irgendwo ein Fenster mit `tail -f /var/log/messages` zu öffnen, damit Sie verfolgen können, was auf Ihrem Rechner vor sich geht.)

```
/usr/sbin/named[1145]: starting BIND 9.1.2
/usr/sbin/named[1145]: using 1 CPU
/usr/sbin/named[1147]: loading configuration from '/etc/named.conf'
/usr/sbin/named[1147]: the default for the 'auth-nxdomain' option is now 'no'
/usr/sbin/named[1147]: listening on IPv4 interface lo, 127.0.0.1#53
/usr/sbin/named[1147]: listening on IPv4 interface eth0, 192.168.0.10#53
/usr/sbin/named[1147]: listening on IPv4 interface eth1, 10.0.0.143#53
/usr/sbin/named[1147]: running
```

Ab dem nächsten Rechnerstart wird named durch den Init-V-Prozess automatisch gestartet.

Name-Server testen: Testen Sie mit einem ping-Kommando, ob die Namensauflösung von Internet-Adressen funktioniert. Noch besser können Sie die Funktion des Name-Servers mit `host` überprüfen. Die folgenden Zeilen zeigen, wie die IP-Adressen von Yahoo ermittelt werden:

```
root# host yahoo.com
host yahoo.com
yahoo.com. has address 216.115.108.243
yahoo.com. has address 216.115.108.245
```

/etc/dhcpd.conf: Falls Sie einen DHCP-Server verwenden und mit diesem DNS-Adressen weitergeben, müssen Sie die entsprechende Zeile in `dhcpd.conf` ändern. In Zukunft sollen die Clients ja nicht mehr den DNS Ihres Internet-Providers, sondern Ihren eigenen DNS kontaktieren (der dann seinerseits die Verbindung zu externen DNS herstellt, falls die Adresse sich nicht schon im Cache befindet). Tragen Sie in `dhcpd.conf` alle IP-Adressen des Rechners ein, auf dem Sie gerade den DNS installiert haben. (In vielen Fällen wird das derselbe Rechner sein, auf dem auch der DHCP-Server läuft – aber das ist nicht notwendigerweise so.)

```
# in /etc/dhcpd.conf
option domain-name-servers 192.168.0.1;
```

Name-Server automatisch starten: Bei den meisten Distributionen wird named bei jedem Rechnerstart automatisch im Rahmen des Init-V-Prozesses gestartet. Bei SuSE ist das allerdings nur dann der Fall, wenn Sie in `/etc/rc.config` die folgende Einstellung vornehmen:

```
# in /etc/rc.config
START_NAMED=yes
```

Wartungsarbeiten: Der Grund, warum named fast ohne Konfigurationsaufwand auf Anhieb funktioniert (oder zumindest funktionieren sollte) ist die Datei `/var/named/root.hint`. Diese Datei enthält eine Liste zentraler DNS (so genannte *root server*), die über die ganze Welt verteilt sind. Es besteht zwar die Möglichkeit, dass einzelne Einträge dieser Datei nach der Installation nicht mehr aktuell sind, aber zumindest ein Teil der Adressen sollte noch stimmen.

Es ist allerdings erforderlich, diese Datei hin und wieder zu aktualisieren. Dazu führen Sie das folgende Kommando aus. Damit wird vom *root server A* die zurzeit aktuelle Liste *root.hint* angezeigt. (Falls dieser Server gerade nicht erreichbar ist, ersetzen Sie *A* durch *B*, *C* etc.)

```
root# dig @A.ROOT-SERVERS.NET
dig @A.ROOT-SERVERS.NET

; <>> DiG 9.1.2 <>> @A.ROOT-SERVERS.NET
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 30911
;; flags: qr aa rd; QUERY: 1, ANSWER: 13, AUTHORITY: 0, ADDITIO-
NAL: 13
...
B.ROOT-SERVERS.NET.      3600000 IN      A      128.9.0.107
J.ROOT-SERVERS.NET.      3600000 IN      A      198.41.0.10
K.ROOT-SERVERS.NET.      3600000 IN      A      193.0.14.129
L.ROOT-SERVERS.NET.      3600000 IN      A      198.32.64.12
M.ROOT-SERVERS.NET.      3600000 IN      A      202.12.27.33
I.ROOT-SERVERS.NET.      3600000 IN      A      192.36.148.17
...
```

Wenn das funktioniert, leiten Sie die Ausgabe von *dig* einfach in */var/named/root.hint* um. (Erstellen Sie zur Sicherheit vorher eine Kopie von *root.hint*.)

```
root# cd /var/named
root# cp root.hint root.hint.bak
root# dig @A.ROOT-SERVERS.NET > root.hint
```

Tipp

Das DNS-HOWTO-Dokument enthält ein *cron*-Script, mit dem Sie diesen Vorgang automatisieren können. Damit wird *root.hint* einmal monatlich aktualisiert.

Konfiguration zur Verwaltung lokaler Rechnernamen

Die DNS-Konfiguration soll nun so erweitert werden, dass auch die Rechner der privaten Domain *sol* verwaltet werden. Die Informationen über die Adressen sind daher nur innerhalb des lokalen Netzes von Interesse und sollen nicht nach außen dringen. (Da die Adressen des lokalen Netzes aus dem für LANs reservierten IP-Adressbereich stammen, würde das zu Konflikten führen.)

Hinweis

Oft ist die Aufgabe eines DNS gerade umgekehrt: Wenn die Rechner in Ihrem Netz international gültige IP-Adressen haben, dann soll diese Information natürlich auch in der ganzen Welt bekannt sein. Soweit sich nicht Ihr Provider darum kümmert, müssen Sie selbst den DNS entsprechend konfigurieren. In den meisten DNS-Büchern bzw. -Dokumenten wird das als Normalfall dargestellt. Da das Ziel dieses Kapitels aber gerade die Verwaltung kleiner lokaler Netze ist, wird dieser Fall hier nicht beschrieben.

Für das Beispiel in diesem Abschnitt befindet sich `sol` im Adressraum `192.168.0.*`. Der DNS läuft auf `jupiter.sol` mit der Adresse `192.168.0.1`.

/etc/named.conf: Die zentrale Konfigurationsdatei muss um einen Zoneneintrag für `sol` erweitert werden. Dabei handelt es sich um eine so genannte Master-Zone. (named kann also nicht auf externe Quellen zur Auflösung der Namen zurückgreifen, sondern ist selbst für die Auflösung verantwortlich.) `notify no` verhindert, dass named Informationen über das lokale Netz an externe DNS weitergibt.

```
# Ergänzung in /etc/named.conf
zone "sol" {
    type master;
    notify no;
    file "sol.zone";
};
```

/var/named/sol.zone: Die dazugehörige Zonendatei entspricht in den ersten Zeilen einem vorgegebenen Muster. Beachten Sie, dass Sie in der zweiten Zeile `sol.` und `root.sol.` angeben müssen (wobei Sie `sol` natürlich durch den Namen Ihrer eigenen Domain ersetzen müssen). In der NS-Zeile geben Sie den Namen des lokalen Name-Servers an (mit einem Punkt am Ende!), in der Zeile darunter dessen IP-Nummer.

Jetzt folgen die eigentlichen Daten, d. h. eine Liste mit den Rechnernamen und deren IP-Nummern. Beachten Sie, dass hier auch `localhost` und der eigentlich schon genannte Name-Server `jupiter` nochmals angeführt werden.

```
; /var/named/sol.zone
$TTL 86400
@           IN      SOA      sol. root.sol. (
                        1          ; Serial
                        8H         ; Refresh 8 hours
                        2H         ; Retry  2 hours
                        1W         ; Expire  1 week
                        1D         ; Minimum 1 day
                        )
                        IN      NS      jupiter.sol.

localhost   IN      A        127.0.0.1
jupiter     IN      A        192.168.0.1
uranus      IN      A        192.168.0.2
mars        IN      A        192.168.0.10
venus       IN      A        192.168.0.12
```

DNS testen: Starten Sie `named` neu, und testen Sie die neuen Funktionen – beispielsweise durch `ping` oder mit `host`.

```
root# /etc/init.d/named restart
root# host uranus
uranus.sol. has address 192.168.0.2
```

/etc/named.conf: Bis jetzt funktioniert der DNS noch einseitig. Er kann zwar die IP-Adresse zu `uranus.sol` ermitteln, er kann aber nicht umgekehrt den Rechnernamen zu `192.168.0.2` herausfinden. Damit auch das funktioniert, muss `named.conf` nochmals erweitert werden. Beachten Sie, dass die Adressangabe in umgekehrter Reihenfolge erfolgt. Aus `192.168.0.*` wird `0.168.192`. Die Ergänzung mit `.in-addr.arpa` ist durch die Syntax von `named.conf` vorgeschrieben.

```
# Ergänzung in /etc/named.conf
zone "0.168.192.in-addr.arpa" {
    type master;
    notify no;
    file "192.168.0.zone";
};
```

/var/named/192.168.0.zone: Die ersten Zeilen der dazugehörigen Zonendatei sehen wie bei `sol.zone` aus. Die nachfolgende Liste ist aber gerade umgekehrt, d. h. es wird die Zuordnung zwischen den Endungen der IP-Adressen und Namen hergestellt. (Die Datei bezieht sich auf die Zone `192.168.0.*`. Daher muss von der IP-Adresse nur noch die letzte Ziffer angegeben werden.)

```
; /var/named/192.168.0.zone
$TTL 86400
@      IN      SOA      sol. root.sol. (
                        1          ; Serial
                        8H          ; Refresh 8 hours
                        2H          ; Retry 2 hours
                        1W          ; Expire 1 week
                        1D )        ; Minimum 1 day

                        IN      NS      jupiter.sol.

1      IN      PTR      jupiter.sol.
2      IN      PTR      uranus.sol.
10     IN      PTR      mars.sol.
12     IN      PTR      venus.sol.
```

DNS testen: Starten Sie `named` abermals neu, und testen Sie, ob auch der Reverse-Lookup funktioniert. Dazu fragen Sie `nslookup` nach den Informationen zu einer IP-Adresse Ihres lokalen Netzes.

```
root# host 192.168.0.2
2.0.168.192.in-addr.arpa. domain name pointer uranus.sol.
```

Wenn Sie einen neuen Rechner (Client) in Ihr lokales Netz einfügen, müssen Sie somit drei Dateien am Server verändern:

```
/etc/dhcpd.conf (DHCP-Server)
/var/spool/sol.conv (DNS)
/var/spool/192.168.0.conf
```

Die Informationen in allen drei Dateien müssen zusammenpassen!

DNS-Client-Konfiguration

Aus der Sicht des Clients ändert sich durch das Einrichten eines eigenen DNS im lokalen Netz eigentlich nichts (abgesehen davon, dass die Internet-Adressauflösung für Internet-Adressen wegen des lokalen Caches ein wenig schneller funktionieren müsste). Dennoch kann eine kurze Zusammenfassung der korrekten Client-Konfiguration nicht schaden:

Host- und Domainname: Wie bereits im DHCP-Abschnitt sowie auf Seite 606 erwähnt, wird die Client-Einstellung von Host- und Domainname durch DHCP *nicht* verändert. Es ist daher wesentlich, dass diese Einstellung am Client korrekt durchgeführt und nicht verändert wird. Wenn der Host- und der Domainname auf dem Client nicht mit den Informationen des DNS übereinstimmen, kann die Namensauflösung keine korrekten Ergebnisse liefern!

/etc/hosts: Diese Datei besteht im Regelfall nur noch aus einer einzigen Zeile:

```
# /etc/hosts
127.0.0.1 localhost
```

Alle anderen Informationen über IP-Adressen werden ja vom Name-Server zur Verfügung gestellt.

/etc/resolv.conf: In dieser Datei müssen sich die IP-Adresse des lokalen Name-Servers und die Zeile `search` `sol` befinden (wobei Sie statt `sol` Ihren Domainnamen angeben müssen).

Wenn Sie DHCP verwenden, wird diese Datei beim Rechnerstart automatisch erstellt. Enthält die Datei falsche Informationen, ist wahrscheinlich die Option `domain-name-servers` in der Konfigurationsdatei `/etc/dhcpd.conf` für den DHCP-Server falsch eingestellt (siehe Seite 775).

```
# /etc/resolv.conf (wird automatisch durch DHCP erzeugt!)
search sol
nameserver 192.168.0.1
```

DNS und DHCP

Es ist Ihnen vielleicht aufgefallen, dass die obige DNS-Konfiguration vollkommen statisch ist. Das ganze Konzept funktioniert nur, wenn die Rechner im Netzwerk immer dieselben IP-Adressen haben. Wie bereits im DHCP-Abschnitt beschrieben wurde, ist dieser Ansatz trotz des Einsatzes eines DHCP-Servers nicht unüblich.

Vielleicht hätten Sie aber dennoch lieber einen wirklich dynamischen DHCP-Server, der IP-Adressen nach Bedarf (und jedes Mal anders) vergibt? Das ist prinzipiell möglich, aber es macht die DNS-Konfiguration deutlich komplizierter. Die DNS-Konfiguration muss jetzt jedes Mal verändert werden, wenn der DHCP-Server einem Rechner eine IP-Adresse zuweist! Aktuelle DHCP- und DNS-Server-Versionen sehen Kommunikationsmechanismen für eine derartige dynamische Konfiguration vor, wenngleich sich hierfür noch kein richtiger Standard entwickelt hat.

Dynamische DHCP-DNS-Konfigurationsvarianten werden hier allerdings nicht beschrieben. Sehr ausführliche Informationen zu diesem Thema bekommen Sie mit `man dhcpd.conf` (sofern Sie `dhcpd` Version 3 installiert haben).

19.5 Squid (Web-Proxy-Cache)

`squid` ist ein so genannter Proxy-Cache. Das bedeutet, dass das Programm Webseiten lokal zwischenspeichert. Wenn mehrere Personen Webseiten über diesen Proxy-Cache lesen, kann die mehrfache Übertragung derselben Datei vermieden werden. Das macht das Lesen häufig benötigter Webseiten schneller und reduziert den Datenverkehr zum Provider. (Das erfordert allerdings auf dem Rechner, auf dem `squid` installiert ist, eine Menge Speicher auf der Festplatte. Generell ist `squid` ein Programm, das die Ressourcen des Servers relativ stark belastet. Ein alter 486er-PC ist nicht die optimale Plattform für `squid`!)

Ein Proxy-Cache kann aber noch eine zweite Funktion übernehmen: Das Programm kann den Zugriff auf Webseiten regulieren. Beispielsweise kann es bestimmte Seiten für bestimmte Nutzer ganz blockieren, die Übertragung bestimmter Dateien verhindern (Virenschutz), den Webzugang auf bestimmte Zeiten beschränken etc. Das Programm eignet sich damit ideal für Einrichtungen, die den Internet-Zugang einschränken oder absichern möchten.

Mit `squid` wird normalerweise nur relativ wenig Dokumentation mitgeliefert (es gibt nicht einmal eine `man`-Seite). Dafür enthält die mitgelieferte Datei `/etc/squid.conf` eine Menge Kommentare. Außerdem finden Sie auf der Squid-Webseite ein Konfigurationshandbuch sowie ein sehr ausführliches FAQ-Dokument.

<http://www.squid-cache.org>

Wenn Sie Squid als so genannten transparenten Proxy-Cache einsetzen möchten (mehr dazu etwas weiter unten), hilft Ihnen das Transparent-Proxy-Mini-HOWTO weiter.

Installation und Konfiguration

`squid` ist so weit vorkonfiguriert, dass das Programm nach der Installation sofort in Betrieb genommen werden kann. Bei SuSE müssen Sie eine Variable in `/etc/rc.config` verändern:

```
# in /etc/rc.config (nur SuSE)
START_SQUID=yes
```

Bei Red Hat müssen Sie stattdessen dieses Kommando ausführen:

```
root# chkconfig --level 35 squid on
```

squid wird nun ab dem nächsten Rechnerstart automatisch ausgeführt. Zum manuellen Start dient das folgende Kommando:

```
root# /etc/init.d/squid start
```

Erster Test: Das Programm legt nun in `/var/squid` einige Cache-Verzeichnisse an. Um zu testen, ob das Programm funktioniert, starten Sie auf dem lokalen Rechner einen Webbrowser und ändern die Proxy-Konfiguration: squid verwendet per Default den Port 3128. Tragen Sie diese Portnummer sowie als Adresse `localhost` in die dafür vorgesehenen Felder (HTTP-Proxy) ein.

Nun laden Sie mit dem Webbrowser eine beliebige Seite. Anschließend sehen Sie sich die Datei `/var/squid/log/access.log` an. Wenn alles klappt, sind dort alle übertragenen Dateien gespeichert.

Konfiguration: Das Verhalten von squid wird je nach Distribution durch `/etc/squid.conf` oder `/etc/squid/squid.conf` gesteuert. Per Default ist das Programm so eingestellt, dass es nur vom Rechner `localhost` verwendet werden darf. (Je nach Konfiguration des lokalen Rechners klappt nicht einmal das, d. h. squid erkennt nicht, dass die Zugriffe von `localhost` kommen.)

Für die weiteren Tests ändern Sie die Zeile `http_access deny all` in `http_access allow all`. Damit darf jeder Rechner im Netzwerk auf squid zugreifen. (Auf Seite 790 finden Sie Tipps, wie Sie die Zugriffssteuerung genauer einstellen können. Vorerst geht es erst einmal darum, squid überhaupt zu testen.)

Die folgenden Zeilen zeigen einige wichtige Einstellungen der Konfigurationsdatei (jeweils mit den Defaultwerten). Sie sollten die Einstellungen an Ihre Hardware anpassen, wobei das Motto gilt: Je größer der Cache-Speicher, desto besser. (Ausführliche Kommentare finden Sie in der mitgelieferten Beispieldatei.)

```
# wichtige Einstellungen in /etc/squid.conf bzw. /etc/squid/squid.conf
# Größe des Cache im RAM
cache_mem 8 MB
# Ort des Cache-Verzeichnisses, maximaler Platzbedarf (100 MByte)
# Anzahl der Unter- und Unterunterverzeichnisse (16*256)
cache_dir ufs /var/squid/cache 100 16 256
# minimale und maximale Größe von Dateien, die im Cache
# gespeichert werden
maximum_object_size 4096 KB
minimum_object_size 0 KB
# http-Port von Squid
http_port 3128
```


Falls Ihr Provider selbst einen Proxy-Cache anbietet und Sie diesen verwenden möchten oder müssen, geben Sie dessen IP-Adresse und -Port mit dem Schlüsselwort `cache_peer` an (wie im folgenden Beispiel). Wenn der ICP-Port nicht bekannt ist, versuchen Sie es mit 0 oder 7. Wenn das nicht klappt, geben Sie zusätzlich die Option `default` oder `no-query` an.

```
# übergeordneter Proxy-Cache (z.B. vom Internet-Provider)
# cache_peer <hostname> <type> <proxy-port> <icp-port> <options>
cache_peer www-proxy.provider.de parent 8080 7 default
```

Damit `squid` die Änderungen an der Konfigurationsdatei bemerkt, muss es dazu aufgefordert werden, diese neu einzulesen:

```
root# /etc/init.d/squid reload
```

HINWEIS

Es gibt noch mindestens hundert weitere Optionen, mit denen Sie das Verhalten von Squid steuern können, beispielsweise um bestimmte Webseiten (z. B. lokale Seiten) vom Caching auszuschließen, um die Protokollierung zu steuern etc. Wenn Sie spezielle Wünsche haben, werfen Sie einen Blick in die Datei `squid.conf` oder in die Dokumentation bei www.squid-cache.org!

Konfiguration als transparenter Proxy-Cache

Bis jetzt erfolgt die Benutzung des Proxy-Caches auf freiwilliger Basis. Nur wenn die Clients (also die Surfer) die Proxy-Einstellungen ihres Browsers anpassen, kommt `squid` tatsächlich zur Anwendung. (Ohne eine Veränderung der Proxy-Einstellungen surfen die Anwender quasi am Cache vorbei.)

Diese Situation ist aus zwei Gründen unbefriedigend: Erstens sind viele Endanwender ganz einfach damit überfordert, die Proxy-Einstellung selbst zu ändern. Und zweitens soll `squid` ja in vielen Fällen eine Schutzfunktion übernehmen. Wenn die Anwender aber nur die Proxy-Einstellung zurücksetzen müssen, um den Schutz zu umgehen, dann wird dieser Schutz eher wirkungslos bleiben.

Um dem abzuhelpen, kann der Linux-Kernel so eingerichtet werden, dass der gesamte HTTP-Verkehr, der üblicherweise über den IP-Port 80 läuft, automatisch zum Proxy-Cache umgeleitet wird. Der Cache wird dann als 'transparent' bezeichnet. Das bedeutet, dass der Cache ohne irgendwelchen Konfigurationsaufwand durch den Anwender automatisch bei jedem HTTP-Zugriff verwendet wird.

Die folgende Konfiguration setzt voraus, dass `squid` auf dem Rechner (Server) installiert ist, der im lokalen Netzwerk das Internet-Gateway darstellt. Weiters wird vorausgesetzt, dass die Verbindung zwischen dem Server und den Clients über das Ethernet-Interface `eth0` erfolgt.

Kernel-Konfiguration: Als erste Voraussetzung, dass das funktioniert, ist eine richtige Konfiguration des Kernels erforderlich. (Alle Angaben beziehen sich auf Kernel 2.4.) Laut Transparent-Proxy-Mini-HOWTO müssen die folgenden Funktionen direkt in den Kernel kompiliert werden:

```
NETWORKING_OPTS|NETWORK PACKET FILTERING
NETWORKING_OPTS|IP NETFILTER CONFIGURATION|CONNECTION TRACKING
NETWORKING_OPTS|IP NETFILTER CONFIGURATION|IP TABLES SUPPORT
NETWORKING_OPTS|IP NETFILTER CONFIGURATION|FULL NAT
NETWORKING_OPTS|IP NETFILTER CONFIGURATION|REDIRECT TARGET SUPPORT
```

Tests mit SuSE 7.2 haben ergeben, dass es bei den meisten Funktionen auch reicht, wenn sie als Module zur Verfügung stehen. (Bei dem mit SuSE 7.2 mitgelieferten Kernel war kein Neukompilieren erforderlich, alles funktionierte auf Anhieb.)

IP-Forwarding aktivieren: Als nächsten Schritt aktivieren Sie eine spezielle Funktion des Kernels, um so die Weiterleitung von IP-Paketen zu ermöglichen:

```
root# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Squid-Konfiguration: In `squid.conf` sind folgende Änderungen erforderlich:

```
# Änderungen in /etc/squid.conf bzw. /etc/squid/squid.conf
httpd_accel_host virtual
httpd_accel_port 80
httpd_accel_with_proxy on
httpd_accel_uses_host_header on
```

Anschließend führen Sie `/etc/init.d/squid reload` aus.

iptables-Konfiguration: Jetzt müssen Sie nur noch die Umleitung von IP-Paketen aktivieren: Alle IP-Pakete, die den Rechner verlassen sollen und an Port 80 adressiert sind, sollen an den IP-Port von squid geleitet werden. (Das Kommando ist hier nur aus Platzgründen auf zwei Zeilen verteilt.)

```
root# iptables -t nat -A PREROUTING -i eth0 -p tcp \
        --dport 80 -j REDIRECT --to-port 3128
```

Wenn alles klappt, nutzt nun jeder Client im lokalen Netz ohne Konfiguration automatisch squid zur Übertragung von Webseiten.

Zugriffssteuerung

In der Einleitung dieses Abschnitts wurde die Zugriffssteuerung durch die Anweisung `http_access allow all` in `squid.conf` komplett abgeschaltet. Damit kann jeder ohne Einschränkungen squid benutzen.

Tatsächlich bietet squid aber ein sehr feinmaschiges System an, mit dem der Zugriff ganz genau gesteuert werden kann. Dazu müssen zuerst mit `acl`-Anweisungen so genannte *access controls* definiert werden. Diese Regeln enthalten beispielsweise:

Quelladressen (src, wer darf (nicht) zugreifen)

Zeitangaben (time, wann ist ein Zugriff erlaubt)

Zieladressen (url_regex, welche Seiten dürfen (nicht) betrachtet werden)

```
# Änderungen in /etc/squid.conf bzw. /etc/squid/squid.conf
acl admin src mars
acl mynet src 192.168.0.0/255.255.255.0
acl time1 time SA
acl time2 time 18:00-23:59
acl time3 time 0:00-7:00
```

Die so definierten Schlüsselwörter können nun in http_access-allow- und deny-Anweisungen angegeben werden. Zum Schluss sollte eine deny-all-Anweisung folgen, damit allen, die keiner Regel entsprechen, der Zugriff verboten wird. (Die squid.conf-Beispieldatei gibt viele weitere Beispiele.)

```
# localhost darf immer surfen
http_access allow localhost

# mars darf auch immer surfen
http_access allow admin

# Rechner in mynet dürfen Sa, So sowie
# immer von 18:00 bis 7:00 surfen
http_access allow mynet time1
http_access allow mynet time2
http_access allow mynet time3

# alle anderen dürfen nie surfen
http_access deny all
```

Im September 2001 ist der Nimda-Virus/Wurm aufgetaucht, der viele Windows-Rechner bedrohte. Die Infektion kann unter anderem durch reines Surfen erfolgen (natürlich nur deswegen, weil die Defaultsicherheitseinstellungen des Internet Explorers in Wirklichkeit Unsicherheitseinstellungen sind). Durch ein JavaScript-Programm auf einer infizierten Webseite wird eine *.eml (E-Mail-Datei) auf den Rechner übertragen und dann dort ausgeführt.

Falls in Ihrem Netzwerk alle Windows-Anwender über Squid auf das Web zugreifen, lässt sich zumindest diese Infektionsgefahr leicht verhindern. Die zwei folgenden Zeilen (die am Beginn der http_access-Zeilen stehen sollten) verhindern die Übertragung von *.eml-Dateien. So schützen Sie mit Linux und squid die geplagten Windows-Anwender!

```
acl worm urlpath_regex -i \.eml$
http_access deny worm
```

19.6 inetd- und xinetd

Die Programme für einige Linux-Server-Dienste (z. B. für den DHCP-Server, DNS-Server etc.) werden sofort beim Rechnerstart gestartet und verbleiben dann in Warteposition, bis ein Client ihre Dienste anfordert. Dieses Konzept ist allerdings nur für oft benötigte Server-Dienste sinnvoll. Da es unter Unix/Linux Dutzende von Server-Diensten gibt, müssten alle derartigen Programme sozusagen auf Verdacht gestartet werden und in Bereitschaft bleiben, bis ein Client gerade diesen Dienst benötigt.

Um das zu vermeiden, gibt es die Programme `inetd` oder `xinetd` (je nach Distribution). Eines dieser zwei Programme wird beim Rechnerstart ausgeführt und überwacht dann eine Reihe von Internet-Ports. Wenn bei einem dieser Ports eine Anfrage für einen bestimmten Dienst (z. B. FTP, News etc.) eintrifft, startet `[x] inetd` das betreffende Programm.

Diese Vorgehensweise hat zwei Vorteile:

- Für alle durch `[x] inetd` verwalteten Dienste braucht nur ein einziges Programm (eben `[x] inetd`) in Bereitschaft stehen und bereits beim Hochfahren des Rechners gestartet werden.
- Die Sicherheitseinstellungen können für alle durch `[x] inetd` verwalteten Dienste zentral administriert werden (anstatt die Einstellungen für jedes Programm einzeln durchzuführen, womöglich bei jedem Programm mit einer anderen Konfigurationsdatei).

Die Abkürzung `inetd` steht für *Internet Service Daemon*. `xinetd` ist dessen Nachfolger mit einigen zusätzlichen Funktionen. Zurzeit verwendet SuSE noch das klassische `inetd`, während Mandrake und Red Hat auf das Programm `xinetd` setzen. Aus diesem Grund werden hier beide Programme kurz beschrieben.

Bezeichnung von Internet-Diensten

/etc/services: Intern unterscheiden sich Internet-Dienste unter anderem dadurch, dass sie verschiedene IP-Ports und -Protokolle nutzen. Beispielsweise verwendet Telnet den Port 23 und die Protokolle `tcp` und `udp`.

Damit es in den `[x] inetd`-Konfigurationsdateien nicht von Protokollnummern wimmelt (die nur TCP/IP-Profis auswendig wissen), stellt die Datei `/etc/services` die Zuordnung zwischen den Namen verschiedener Internet-Dienste (z. B. `ftp`, `telnet` etc.) und deren Protokolltypen und Portnummern her. Die folgenden Zeilen zeigen einen Ausschnitt aus dieser Datei. Eine Liste der wichtigsten Port-Nummern finden Sie auf Seite 835.

```
# /etc/services (auszugsweise)
# name      port/proto  alias  comment
ftp-data    20/tcp      # File Transfer [Default Data]
ftp-data    20/udp      # File Transfer [Default Data]
ftp         21/tcp      # File Transfer [Control]
ssh         22/tcp      # SSH Remote Login Protocol
ssh         22/udp      # SSH Remote Login Protocol
telnet      23/tcp      # Telnet
telnet      23/udp      # Telnet
smtp        25/tcp      mail   # Simple Mail Transfer
smtp        25/udp      mail   # Simple Mail Transfer
...
```

TIPP

Mit dem Kommando `netstat -a` können Sie feststellen, welche IP-Ports zur Zeit verwendet bzw. von `[x] inetd` überwacht werden.

inetd und tcpd

/etc/inetd.conf: Diese Datei gibt an, welche Programme gestartet werden sollen, wenn ein bestimmter Dienst angefordert wird. In den folgenden Beispielen wird bei einer FTP-Anfrage das Programm `/usr/sbin/tcpd` gestartet. Dieses startet wiederum den FTP-Dämon `in.ftpd`:

```
# /etc/inetd.conf (auszugsweise)
# name  sock_type  proto  flags  user  server_path  args
ftp     stream     tcp    nowait  root  /usr/sbin/tcpd  in.ftpd
telnet  stream     tcp    nowait  root  /usr/sbin/tcpd  in.telnetd
smtp    stream     tcp    nowait  root  /usr/sbin/sendmail  sendmail -bs
...
```

Vielleicht fragen Sie sich, warum `inetd` das Programm `in.ftpd` (oder einen anderen FTP-Dämon) nicht direkt startet, sondern über den Umweg durch `tcpd`. (`tcpd` wird manchmal auch als Wrapper-Dämon bezeichnet.) Der Grund ist einfach: `tcpd` dient dazu, um alle Netzwerk-Zugriffe einfach zu protokollieren, und um eine sehr effektive Zugriffskontrolle durchzuführen. `tcpd` wertet dazu zwei Dateien aus:

/etc/hosts.allow und **/etc/hosts.deny** geben an, wer Zugriff auf welche Dienste hat (siehe auch man 5 `hosts.access`). Wenn beide Dateien leer sind, darf jeder alle Internet-Dienste starten (eine ebenso einfache wie unsichere Konfiguration). Änderungen in diesen Dateien werden sofort wirksam, `[x] inetd` muss nicht neugestartet werden. Weiters gelten diese Dateien nicht nur für `[x] inetd`, sondern auch für `sshd` sowie für `portmap` und `mountd` (beide NFS).

In `/etc/hosts.deny` kann nun angegeben werden, wem der Zugriff verboten wird. Wenn Sie beispielsweise Telnet und FTP generell verbieten möchten, sieht `/etc/hosts.deny` so aus:

```
# /etc/hosts.deny
in.telnetd : all
in.ftpd    : all
```

In `/etc/hosts.allow` können Sie diese Verbote wieder ein wenig auflockern. Beispielsweise wird durch die folgenden Zeilen erreicht, dass Telnet und FTP allen Benutzern innerhalb des lokalen Netzes `192.168.0.*` zur Verfügung stehen:

```
# /etc/hosts.allow
in.telnetd : 192.168.0.0/255.255.255.0 *.sol : ALLOW
in.ftpd    : 192.168.0.0/255.255.255.0 : ALLOW
```

Analog können Sie für alle anderen Dienste verfahren. Nach Änderungen an `/etc/inetd.conf` oder `/etc/hosts.*` müssen Sie `inetd` neu starten:

```
root# /etc/init.d/inetd restart
```

TIPP

Damit `inetd` bei SuSE gestartet wird, muss in `/etc/rc.config` die folgende Einstellung gelten: `START_INETD="yes"`. Durch YaST2 können Sie steuern, welche Dienste `inetd` global aktivieren oder deaktivieren soll (Modul NETZWERK BASIS|START UND STOPP VON SYSTEMDIENSTEN). Eine weitergehende Konfiguration kann aber nur manuell durchgeführt werden.

Ratschläge, wie Sie die Internet-Dienste eines Rechners möglichst vollständig gegen externe Zugriffe absichern (etwa bei einem Firewall-Rechner) finden Sie auf Seite 833.

xinetd

`xinetd` vereint die Funktionen von `inetd` und `tcpd` in einem einzigen Programm. `xinetd` zeichnet sich darüber hinaus durch eine Reihe von Zusatzfunktionen aus, die eine noch genauere Steuerung ermöglichen, wer welche Dienste benutzen darf. Dieser Abschnitt geht allerdings nur auf die Grundfunktionen von `xinetd` ein.

/etc/xinetd.conf: Diese zentrale Konfigurationsdatei enthält lediglich einige Defaulteinstellungen. Im Regelfall können die Einstellungen unverändert bleiben. Entscheidend ist die Anweisung `includedir`, die das Verzeichnis mit den weiteren Konfigurationsdateien angibt (üblicherweise `/etc/xinetd.d`).

/etc/xinetd.d/*: Das Verzeichnis `/etc/xinetd.d` enthält für jeden Dienst eine eigene Konfigurationsdatei. Der größte Vorteil dieses Konzepts besteht darin, dass die Konfigurationsdateien sehr einfach bei der Installation von Netzwerkpaketen in dieses Verzeichnis eingefügt werden können. Wenn Sie also beispielsweise das Red-Hat-Paket des FTP-Servers `wu-ftpd` installieren, wird automatisch auch die Datei `/etc/xinetd.d/wu-ftpd` installiert.

HINWEIS

Die Namen der Konfigurationsdateien in `/etc/xinetd.d` spielen übrigens keine Rolle: `xinetd` liest einfach alle Dateien aus diesem Verzeichnis und wertet sie aus. (Nicht berücksichtigt werden Dateien, deren Name mit `~` endet oder die einen Punkt im Namen enthalten. Achten Sie aber darauf, dass sich in dem Verzeichnis keine Backup-Dateien befinden, die diesen Sicherheitsregeln nicht entsprechen!

Der Aufbau der einzelnen Konfigurationsdateien ist einheitlich. Das folgende Beispiel zeigt beispielhaft die Datei für den Telnet-Server:

```
# /etc/xinetd.d/telnet
service telnet
{
    flags                = REUSE
    socket_type          = stream
    wait                = no
    user                 = root
    server               = /usr/sbin/in.telnetd
    log_on_failure       += USERID
    disable              = no
}
```

Kurz eine Erläuterung der wichtigsten Schlüsselwörter:

- `telnet` bezeichnet den Dienst (entsprechend `/etc/services`).
- `server` gibt den Programmnamen an.
- `user` gibt an, unter welchem Account das Programm ausgeführt wird (oft `root`, es ist aber auch `news`, `mail` etc. möglich).
- `disable` gibt an, ob der Dienst blockiert werden soll.
- `log_*` gibt an, ob die Nutzung des Diensts protokolliert werden soll.

Eine ausführliche Beschreibung aller Schlüsselwörter erhalten Sie mit `man xinetd.conf`. In den meisten Fällen können Sie die Konfigurationsdateien so lassen, wie sie sind. Einzig die `disable`-Zeile muss oft geändert werden, weil die Defaulteinstellung aus Sicherheitsgründen oft `yes` lautet.

/etc/hosts.allow und **/etc/hosts.deny**: `xinetd` ist normalerweise so kompiliert, dass es diese beiden Dateien automatisch berücksichtigt. Dabei gilt dieselbe Syntax wie für `inetd` (siehe den vorigen Abschnitt). Ob die Zugriffssteuerung durch die `hosts.*`-Dateien funktioniert, testen Sie am einfachsten, in dem Sie in `/etc/hosts.deny` die Zeile `all:all` einfügen. Wenn `/etc/hosts.allow` leer ist, sollte `xinetd` jetzt jeden Zugriff auf Internet-Dienste blockieren.

Wie bei `inetd` werden auch bei `xinetd` Änderungen an der Konfiguration erst gültig, nachdem das Programm die Konfigurationsdateien neu einliest. Anders als `inetd` überprüft `xinetd` bei einem Neustart auch, ob noch Netzwerkdienste laufen, die gemäß der neuen Konfiguration nicht mehr zulässig sind. Diese Dienste werden dann beendet.

```
root# /etc/init.d/inetd reload
```

TIPP

Um einzelne `xinetd`-Dienste generell zu aktivieren oder zu sperren, können Sie sowohl bei Red Hat als auch bei Mandrake einfache Konfigurationswerkzeuge verwenden:

Mandrake: `drakxservices`

Red Hat (ab Version 7.2): `serviceconf`

Ausführliche Informationen zu `xinetd` finden Sie unter:

<http://www.synack.net/xinetd/>

Tipps, wie Sie die Internet-Dienste eines Rechners möglichst vollständig gegen externe Zugriffe absichern (etwa bei einem Firewall-Rechner) finden Sie auf Seite 833.

19.7 FTP-Server

Wenn Sie sich mit dem Konzept von `inetd` bzw. `xinetd` vertraut gemacht haben (siehe den vorigen Abschnitt), ist die Installation eines FTP-Servers ein Kinderspiel:

- Zuerst müssen Sie das betreffende Paket installieren (z. B. bei Red Hat `wu-ftpd`, bei SuSE z. B. `ftpd` etc.).
- Dann müssen Sie sicherstellen, dass die `[x]inetd`-Konfigurationsdateien die Ausführung des Programms zulassen:

Bei Red Hat müssen Sie in `/etc/xinetd.d/wu-ftpd` die `disable`-Zeile auf `no` stellen.

Bei SuSE stehen in `/etc/inetd.conf` bereits entsprechende Zeilen für mehrere verschiedene FTP-Server zur Auswahl. Sie brauchen nur bei der richtigen Zeile das Kommentarzeichen `#` entfernen.

- Schließlich müssen Sie `inetd` bzw. `xinetd` dazu auffordern, ihre Konfigurationsdateien neu einzulesen.

```
root# /etc/init.d/[x]inetd reload
```

Unter Linux stehen je nach Distribution mehrere FTP-Server zur Auswahl. Diese Server unterscheiden sich durch ihre Zusatzmerkmale und Konfigurationsdetails. Achten Sie auch darauf, dass Sie in `/etc/inetd.conf` den richtigen Server aktivieren.

Server ausprobieren: FTP müsste jetzt eigentlich auf Anhieb funktionieren. Führen Sie auf dem Server-Recher `ftp localhost` aus, um zu testen, ob der FTP-Dämon gestartet wird. Wenn das nicht der Fall ist, überprüfen Sie, ob in den Dateien `hosts.allow` und `hosts.deny` die korrekten Namen angegeben sind.

Zur Verwendung von FTP muss der Client den Namen und das Passwort eines am Server-Rechner bekannten Nutzers (Datei `/etc/passwd`) angeben. Anschließend kann auf alle Dateien des Home-Verzeichnisses dieses Nutzers zugegriffen werden.

FTP für root: Aus Sicherheitsgründen ist `ftp` nicht für Logins ohne Passwort erlaubt. Außerdem enthält die Datei `/etc/ftpusers` oder `/etc/ftppass` (für `wu-ftpd`) Benutzer, die `ftp` nicht verwenden dürfen. Dort ist aus Sicherheitsgründen immer auch

root genannt, weswegen ein FTP-Login für root unmöglich ist. (Diese Einstellung sollten Sie nicht ändern!)

Anonymous FTP: Falls Sie Anonymous-FTP erlauben möchten, müssen Sie auf dem Server-Rechner einen Account für den Benutzer anonymous anlegen. Anonymous-FTP ist ohne die Angabe eines Passworts möglich.

TIPP

Wenn Sie mit Red Hat ab Version 7.2 arbeiten, können Sie zahllose Konfigurationsdetails von `wu-ftpd` (z. B. Sicherheitsfunktionen, Protokollierung, virtuelle Hosts etc.) mit `kwuoftpd` einstellen.

19.8 Telnet-Server

Der Telnet-Server wird wie der FTP-Server durch `[x]inetd` gesteuert. Daher sind die Schritte zur Installation und Konfiguration ganz ähnlich.

- Zuerst müssen Sie das betreffende Paket (meist `telnet-server`) installieren.
- Dann müssen Sie sicherstellen, dass die `[x]inetd`-Konfigurationsdateien die Ausführung des Programms zulassen:

Bei Red Hat müssen Sie in `/etc/xinetd.d/telnet` die `disable`-Zeile auf `no` stellen.

Bei SuSE müssen Sie in `/etc/inetd.conf` bei der bereits vorgesehenen `telnet`-Zeile das Kommentarzeichen `#` entfernen.

- Schließlich müssen Sie `inetd` bzw. `xinetd` dazu auffordern, ihre Konfigurationsdateien neu einzulesen.

```
root# /etc/init.d/[x]inetd reload
```

Falls der Telnet-Zugang anschließend nicht funktioniert, werfen Sie einen Blick auf die Dateien `hosts.allow` und `hosts.deny`. Aus Sicherheitsgründen ist Telnet für root nicht zugelassen. Wenn Sie via Telnet als root arbeiten möchten, müssen Sie sich zuerst anders anmelden und dann `su -l` ausführen.

19.9 SSH-Server

`telnet` hat den Nachteil, dass beim Login das Passwort im Klartext über das Netzwerk übertragen wird. Das stellt ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar. Deswegen ist es sinnvoll, statt auf `telnet` auf `ssh` zurückzugreifen. Dazu installieren Sie bei Red Hat das Paket `openssh-server`, bei SuSE `openssh`.

Anders als Telnet wird der SSH-Server nicht über `[x]inetd`, sondern als eigener Dienst im Rahmen des Init-V-Prozesses gestartet. Bei SuSE muss dazu in `/etc/rc.config`

die Variable `START_SSHD` auf `yes` gestellt werden. Zum manuellen Start führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/sshd start
```

Beim ersten Start erzeugt `sshd` automatisch RSA-Dateien zur Verschlüsselung der Kommunikation. Auf langsamen Rechnern dauert das einige Zeit.

Die Konfigurationsdateien zu `sshd` befinden sich im Verzeichnis `/etc/ssh`. Normalerweise können diese Dateien unverändert bleiben, d. h. der SSH-Server sollte auf Anhieb funktionieren. Wenn Sie besondere Anforderungen stellen, finden Sie in den `man`-Seiten sowie auf der Seite www.openssh.org zahlreiche weitere Informationen.

Ein Bestandteil des SSH-Servers ist der `sftp`-Server. Dabei handelt es sich um eine sichere Alternative zu einem normalen FTP-Server. Die `sftp`-Funktionen stehen normalerweise automatisch zur Verfügung, sobald der SSH-Server läuft. Sie können allerdings nur mit `sftp`-kompatiblen Clients genutzt werden (z. B. mit dem Programm `sftp`).

19.10 NFS-Server

NFS steht für *Network File System* und ermöglicht es, dass ein Rechner seine lokalen Verzeichnisse einem anderen Rechner via Netzwerk zur Verfügung stellen kann.

HINWEIS

Seit dem Kernel 2.2 werden die Basisfunktionen für NFS direkt vom Kernel zur Verfügung gestellt, um auf diese Weise eine höhere Geschwindigkeit zu erzielen. Die meisten gängigen Distributionen verwenden mittlerweile das Kernel-NFS, und auch dieser Abschnitt geht davon aus. Beachten Sie aber, dass es auch einen so genannten User-Space-NFS-Server gibt, der unabhängig von Kernel funktioniert.

NFS ist auf der Basis von *Remote Procedure Calls* (RPCs) realisiert. Insgesamt ist ein ganzes Bündel von Programmen erforderlich, damit NFS funktioniert. Die folgende Aufzählung nennt nur die wichtigsten Programme.

- `nfsd` ist der eigentliche NFS-Dämon.
- `portmap` kümmert sich um die Herstellung der Verbindung zwischen NFS-Client und -Server sowie um die dynamische Zuordnung von UDP-Port-Nummern an die Clients.
- `rpc.mountd` verarbeitet die `mount`-Anforderungen der Clients.
- `rpc.statd` kümmert sich um das Locking.
- `rpc.rquotad` kümmert sich darum, dass auch für NFS-Verzeichnisse die File-Quotas eingehalten werden (d. h. darum, dass kein Anwender mehr Daten beansprucht, als ihm zustehen). Das ist natürlich nur sinnvoll, wenn ein Quota-System aktiv ist.

Normalerweise brauchen Sie sich über diese Programme nicht allzu viele Gedanken zu machen – sobald NFS installiert und aktiviert ist, werden die erforderlichen Programme während des Init-V-Prozesses gestartet.

Installation und Konfiguration

Bevor Sie den NFS-Server einrichten können, müssen Sie die entsprechenden Pakete installieren. Diese haben üblicherweise die Namen `nfs-utils` und `portmap`.

NFS-Start bei Red Hat: Aus Sicherheitsgründen wird der NFS-Server nicht automatisch gestartet. In `/etc/rc.d/rcn.d` fehlen die erforderlichen Links auf `/etc/init.d/nfs`. Diese Links können am einfachsten mit dem folgenden Kommando erstellt werden:

```
root# chkconfig --level 35 nfs on
```

Diese Einstellung gilt ab dem nächsten Rechnerstart. Zum manuellen Start führen Sie die folgenden Kommandos aus:

```
root# /etc/init.d/portmap start
root# /etc/init.d/nfs start
root# /etc/init.d/nfslock start
```

NFS-Start bei SuSE: Bei SuSE wird per Default nur `portmap`, nicht aber der NFS-Server gestartet. Es sind folgende Änderungen in `rc.config` erforderlich:

```
# /etc/rc.config          NFS bei SuSE aktivieren
NFS_SERVER="yes"
USE_KERNEL_NFSD_NUMBER="4"
START_PORTMAP="yes"
```

Diese Einstellung gilt ab dem nächsten Rechnerstart. Zum manuellen Start führen Sie die folgenden Kommandos aus:

```
root# /etc/init.d/portmap start
root# /etc/init.d/nfsserver start
```

/etc/exports: Die zentrale Konfigurationsdatei für NFS ist `/etc/exports`. Diese Datei steuert, welcher Rechner auf welche Verzeichnisse wie (read-only oder read-write) zugreifen darf. Die Rechner können wahlweise durch IP-Nummern oder durch Namen angegeben werden. IP-Adressen können maskiert werden (z. B. mit `192.168.0.0/255.255.255.0`). IP-Adressen und Rechnernamen dürfen außerdem das Jokerzeichen `*` enthalten (z. B. `*.sol`).

Die folgende Beispieldatei gibt an, dass alle Clients mit IP-Nummern im Netz `192.168.0.*` oder mit Namen `*.sol` auf das Verzeichnis `/usr/local` zugreifen (dieses aber nicht verändern) dürfen. Der Rechner `saturn.sol` hat Lese- und Schreibzugriff auf das Verzeichnis `/usr/share`.

```
# /etc/exports auf dem Rechner uranus.sol
/usr/local    192.168.0.*(ro) *.sol(ro)
/usr/share    saturn.sol(rw)
```

Damit Veränderungen in `/etc/exports` wirksam werden, muss das folgende Kommando ausgeführt werden:

```
root# exportfs -a
```

HINWEIS

Beachten Sie bitte, dass IP-Adressen in `/etc/exports` nur dann Gültigkeit haben, wenn die dazugehörigen Rechnernamen *nicht* bekannt sind.

Nehmen Sie an, Sie lassen in `/etc/exports` den Zugriff für alle Rechner aus dem Adressraum `192.168.0.*` zu. Gleichzeitig ist die IP-Adresse `192.168.0.55` des Rechners `jupiter.sol` dem Server bekannt (entweder durch einen Name-Server oder durch `/etc/hosts`). Die Regel `192.168.0.*` gilt dann *nicht* für `jupiter`, weil dessen Name bekannt ist. `jupiter` darf nur dann auf Daten zugreifen, wenn sein Name in `/etc/exports` erscheint.

Fazit: Rechner, die dem Server namentlich bekannt sind, müssen auch in `/etc/exports` namentlich angeführt werden. (Dabei sind Jokerzeichen erlaubt, etwa `*.sol`, um allen Rechnern der `sol`-Domain den Zugriff zu gewähren.)

/etc/hosts.allow und **/etc/hosts.deny**: Weder `portmap` noch die anderen NFS-Server-Programme werden durch `[x] inetd` gestartet. Beachten Sie aber, dass die Einstellungen in `/etc/hosts.allow` und `/etc/hosts.deny` auch von den Programmen `portmap` und `mountd` ausgewertet werden, das für den Verbindungsaufbau zwischen NFS-Client und -Server zuständig ist! Wenn Sie in `hosts.deny` jeden Zugriff verbieten, müssen Sie in `hosts.allow` eine Ausnahmeregel für `portmap` definieren. (Ein einfaches Beispiel, das die Syntax dieser beiden Dateien demonstriert, finden Sie auf Seite 793.)

Anwendung

NFS testen: Um auszuprobieren, ob der NFS-Server funktioniert, führen Sie auf einem anderen Rechner ein Kommando nach dem folgenden Muster aus:

```
root# mount -t nfs uranus:/usr/local /test
```

Anschließend sollte über das Verzeichnis `/test` ein Zugriff auf das Verzeichnis `/usr/local` des Rechners `uranus` möglich sein. Weitere Informationen zur Nutzung von NFS-Verzeichnissen finden Sie auf Seite 609.

NFS-Status: Ob die Dämonen für den Betrieb des Rechners als NFS-Server laufen, stellen Sie am einfachsten mit dem Kommando `rpcinfo` fest. Das Ergebnis sollte so ähnlich wie die folgenden Zeilen aussehen.

```

root# rpcinfo -p
  program vers proto  port
  100000    2    tcp    111  portmapper
  100000    2    udp    111  portmapper
  100024    1    udp    958  status
  100024    1    tcp    960  status
  100005    1    udp   32821 mountd
  100005    1    tcp   33208 mountd
  100005    2    udp   32821 mountd
  100005    2    tcp   33208 mountd
  100003    2    udp    2049 nfs
  100003    3    udp    2049 nfs
  100021    1    udp   32822 nlockmgr
  100021    3    udp   32822 nlockmgr
  100021    4    udp   32822 nlockmgr

```

Welche Clients zurzeit auf den NFS-Server zugreifen, können Sie mit `showmounts` ermitteln. Das folgende Beispiel zeigt, dass auf den Server *uranus* momentan nur ein einziger Client mit der IP-Nummer 192.168.0.10 zugreift:

```

root# showmount -a
All mount points on uranus:
192.168.0.10:/usr/local

```

CD-ROM als NFS-Verzeichnis anbieten: Eigentlich ist es ja naheliegend, den Inhalt einer CD-ROM via NFS auch solchen Rechnern anzubieten, die kein CD-ROM-Laufwerk besitzen (etwa einem Notebook). Leider gibt es dabei häufig Probleme: Obwohl der Client das Verzeichnis durch `umount` wieder freigibt, bleibt die CD auf dem Server blockiert. Die CD kann also nicht durch `umount` aus dem Dateisystem des Servers entfernt und dann aus dem Laufwerk entnommen werden.

Unter SuSE können Sie sich mit dem folgenden Kommando behelfen:

```

root# /etc/init.d/nfsserver restart

```

Unter Red Hat hilft aber nicht einmal ein Neustart des gesamten Netzwerks (`init 1`, dann `init 3` oder `init 5` (mit X))! Die einzige Lösung besteht darin, den Rechner komplett neu zu starten. Das ist eigentlich auch nicht das, was man sich von Linux erwartet, nur um eine CD zu wechseln! (Welche Verzeichnisse durch NFS blockiert werden, sehen Sie übrigens in `/proc/fs/nfs/exports` – aber dieses Wissen hilft Ihnen auch nicht weiter.)

19.11 Netzwerkdrucker einrichten

Prinzipiell können Sie einen lokalen Drucker auch anderen Linux-Rechnern im lokalen Netz zur Verfügung stellen. Allerdings bietet (noch) keine Distribution Hilfsmittel zur Konfiguration an; außerdem ist die Vorgehensweise davon abhängig, welches Drucksystem (Spooling-System) Sie verwenden. Wie auf Seite 409 beschrieben, stehen unter Linux zumindest drei Systeme zur Auswahl (BSD-LPD, LPRng und CUPS).

VERWEIS

Dieser Abschnitt setzt voraus, dass Sie Ihren Drucker bereits für die lokale Verwendung eingerichtet haben. Die Vorgehensweise ist in Kapitel 10 ab Seite 401 ausführlich beschrieben.

Weiters wird hier nur beschrieben, wie Sie den lokalen Drucker so einrichten können, dass andere Linux- oder Unix-Rechner darauf zugreifen können. Wenn der Drucker dagegen auch für Windows-Clients zugänglich sein soll, müssen Sie Samba zu Hilfe nehmen. Sie finden entsprechende Informationen auf Seite 826.

Wie Sie von Ihrem Rechner aus entfernte Netzwerkdrucker nutzen können, wird schließlich auf Seite 613 beschrieben.

VORSICHT

Wenn das Drucken im Netzwerk nicht funktioniert, besteht eine mögliche Ursache darin, dass entweder am Client oder am Server eine Firewall die Kommunikation blockiert. Immer mehr Distributionen richten per Default entsprechende Firewalls ein.

Ob eine Firewall aktiv ist, können Sie mit `ipchains -L` bzw. mit `iptables -L` feststellen. Eines dieser beiden Kommandos sollte lediglich einige Zeilen mit ACCEPT-Regeln liefern.

Hintergrundinformationen zum Thema Firewall sowie Tipps, wie Sie vorhandene Firewall-Regeln ändern oder deaktivieren können, finden Sie ab Seite 828.

HINWEIS

Die meisten Druckerhersteller bieten so genannte Netzwerkdrucker an (meistens in der gehobenen Preisklasse). Derartige Drucker werden direkt an das lokale Netzwerk angeschlossen. Sie enthalten intern einen eigenen Drucker-Server, der die Druckaufträge verwaltet etc. Dieser Server kann meistens über ein Web-Interface administriert werden. Auf diese Weise geben Sie beispielsweise an, wer auf dem Rechner drucken darf etc.

Da derartige Netzwerkdrucker in ihrer Verwaltung vollkommen autark sind, ist es nicht notwendig, den Drucker von Linux aus zu verwalten. Dieser Abschnitt betrifft also nur gewöhnliche Drucker, bei denen der Netzwerkzugang über einen Linux-Rechner hergestellt werden soll.

Netzwerkdrucker mit BSD-LPD einrichten

Achten Sie darauf, dass der Eintrag in `/etc/printcap` das Schlüsselwort `rs` nicht enthalten darf. (Wenn `rs` enthalten ist, dürfen nur solche Anwender drucken, die einen lokalen Account auf dem Rechner haben.)

Anschließend tragen Sie in `/etc/hosts.lpd` die Namen aller Rechner ein, die den lokalen Drucker verwenden dürfen. Der Aufbau dieser Datei ist denkbar einfach – in jeder Zeile wird der Name eines Rechners angegeben. Beachten Sie bitte, dass die angegebenen Rechnernamen dem Server bekannt sein müssen. Der Server muss also entweder über einen DNS-Server oder via `/etc/hosts` in der Lage sein, eine Zuordnung zwischen den IP-Adressen und den Namen der Clients durchzuführen.

```
# /etc/hosts.lpd
mars
jupiter
saturn
```

Prinzipiell können Sie in `/etc/hosts.lpd` auch IP-Nummern angeben – das ändert aber nichts daran, dass `lpd` nur dann funktioniert, wenn eine Auflösung der IP-Nummer des Clients in dessen richtigen Rechnernamen gelingt. Damit Veränderungen in `/etc/hosts.lpd` bzw. `/etc/hosts` wirksam werden, müssen Sie `lpd` neu starten:

```
root# /etc/init.d/lpd restart
```

Netzwerkdrucker mit LPRng einrichten

Bei LPRng steuert die Datei `/etc/lpd.perms`, wer (am lokalen Rechner und im Netzwerk) die Druckersteuerung administrieren und wer welchen Drucker benutzen darf. Grundsätzlich ermöglicht die Datei eine sehr exakte Steuerung nach Netzwerknamen, IP-Adressen, Ports etc. Das führt allerdings leider dazu, dass der Aufbau der Konfigurationsdatei ziemlich komplex ist. An dieser Stelle ist nur eine sehr stark reduzierte Darstellung möglich.

Vorweg noch eine Anmerkung zu Red Hat 7.0 und 7.1: Hier ist LPRng so vorkonfiguriert, dass jeder im Netz drucken darf. Es ist dazu keine Veränderung von `lpd.perms` erforderlich. Beachten Sie aber, dass ein Drucken im Netz nur möglich ist, wenn die Default-Red-Hat-Firewall-Regeln vorher deaktiviert oder geändert werden! Falls die Firewall auf der Basis von `ipchains` konfiguriert ist, müssen Sie die folgenden Zeilen unmittelbar nach den Defaultregeln in `/etc/sysconfig/ipchains` einfügen:

```
# Ergänzung in /etc/sysconfig/ipchains bei Red Hat 7.0, 7.1
-A input -p tcp -s 0/0 -d 0/0 515 -y -j ACCEPT
-A input -p udp -s 0/0 -d 0/0 515 -j ACCEPT
```

Eine erste Einführung in die Konfigurationsmöglichkeiten durch `lpd.perms` erhalten Sie mit `man lpd`. Wenn Sie an den zahllosen weiteren Details interessiert sind, werfen Sie einen Blick in die Kommentare in der mitgelieferten `lpd.perms`-Datei sowie in die dazugehörige `man`-Seite. Noch viel ausführlicher sind die Konfigurationsmöglichkeiten in einem eigenen Kapitel des LPRng-HOWTO beschrieben. Kurz gesagt: Die Möglichkeiten sind grenzenlos, hier wird nur das erste Prozent beschrieben!

Grundsätzlich wird in `lpd.perms` zwischen den folgenden Diensten (*services*) unterschieden:

- X Verbindung zu `lpd` herstellen (connect)
- Q Informationen über die Warteschlange ausgeben (queue information, `lpq`)
- P drucken
- R Druckjob in Warteschlange einfügen (Kommando `lpr`)
- C Druckeradministration (control, `lpc`)
- M Druckjob aus Warteschlange entfernen (removal, `lprm`)

In stark vereinfachter Form darf `lpd.perms` Einträge entsprechend den folgenden Mustern enthalten:

DEFAULT ACCEPT	alles erlauben
DEFAULT REJECT	alles verbieten
ACCEPT SERVICE=x,y,z [NOT] regel	Service x,y und z erlauben, wenn regel gilt (oder nicht gilt)
REJECT SERVICE=x,y,z [NOT] regel	Service verbieten

Für die Einstellung der Regeln gibt es wieder zahllose Möglichkeiten, von denen im Folgenden einige anhand der Defaultkonfiguration von Red Hat 7.1 dargestellt sind (siehe auch `man lpd`):

```
# /etc/lpd.perms (Defaulteinstellung bei Red Hat 7.1)
# Jeder erhält Informationen über den Druckerzustand (status),
# aber nur der Benutzer root am Drucker-Server hat volle
# Kontrolle über die Druckjobs
ACCEPT SERVICE=C LPC=lpd,status,printcap
ACCEPT SERVICE=C SERVER REMOTEUSER=root
REJECT SERVICE=C

# Jeder darf seine eigenen Druckjobs entfernen, aber nur
# der Benutzer root am Druckerserver darf alle Druckjobs
# (auch die fremder Benutzer) entfernen
ACCEPT SERVICE=M SAMEHOST SAMEUSER
ACCEPT SERVICE=M SERVER REMOTEUSER=root
REJECT SERVICE=M

# Alles andere erlauben (d.h. jeder im Netz darf drucken!)
DEFAULT ACCEPT
```


Wenn Ihnen diese Defaulteinstellungen zu liberal sind, können Sie natürlich die Gruppe einschränken, die drucken darf. Dazu schreiben Sie die folgende Ergänzung in `lpd.perms`:

```
# Ergänzung in /etc/lpd.perms
# Verbindung zum Drucker-Server nur für Rechner im lokalen Netz
REJECT SERVICE=X NOT REMOTEIP=192.168.0.0/255.255.255.0
```

In den man-Seiten zu `lpd` und `lpd.perms` finden Sie eine Reihe weiterer Beispiele, die einfach nachzuvollziehen sind. Vergessen Sie nicht, dass Sie `lpd` dazu auffordern müssen, die Konfigurationsdateien neu zu laden:

```
root# /etc/init.d/lpd reload
```

Netzwerkdrucker mit CUPS einrichten

Konfiguration für CUPS-Clients: Die Defaultkonfiguration von CUPS sieht so aus, dass jeder CUPS-Drucker von jedem anderen CUPS-System im lokalen Netzwerk ohne weitere Vorarbeiten einfach mit `lpr -Pname` verwendet werden kann. Falls es zwei Drucker mit demselben Namen im Netzwerk gibt, muss der Druckername in der Form `lpr -Pdruckername@hostname` angegeben werden. Das Kommando `lpr -a` liefert eine Liste aller verfügbaren Drucker.

Damit alle CUPS-Rechner im lokalen Netz wissen, welche Drucker verfügbar sind, tauschen alle CUPS-Server Informationen darüber aus, welche Drucker sie selbst zur Verfügung stellen. Normalerweise erkennt der CUPS-Server automatisch den Netzwerk-bereich, in dem sich andere CUPS-Server befinden.

Falls ein Rechner mit mehreren Netzwerkschnittstellen ausgestattet ist, versagt dieser Mechanismus allerdings manchmal. In diesem Fall müssen Sie im `kupsdconf`-Dialog `BROWSING|CONNECTION` die `BROADCAST ADRESSES` ändern. Die Einstellung wird in `/etc/cups/cupsd.conf` gespeichert (Schlüsselwort `BrowseAddress`). Wenn Sie hier beispielsweise eine Adresse in der Form `192.168.0.255` angeben, informiert der lokale CUPS-Server alle anderen Rechner im Netzwerk `192.168.0.*`. Auch die Schreibweise `*.sol` ist zulässig.

Konfiguration für LPD-Clients: Damit CUPS mit Druckjobs umgehen kann, die von BSD-LPD-kompatiblen Clients kommen (das trifft auch für LPRng-Druckjobs zu), gibt es das Programm `cups-lpd`. Dabei handelt es sich um einen Druckerdämon, der zum BSD-LPD kompatibel ist und die empfangenen Druckjobs dann an CUPS weiterleitet.

Dieses Programm muss so konfiguriert werden, dass es automatisch gestartet werden, wenn ein Druckjob über das Netzwerk übertragen wird. Das ist per Default allerdings meist noch nicht der Fall.

Wenn Ihre Distribution `inetd` zum Start von Netzwerkprozessen verwendet (z. B. SuSE), muss die folgende Zeile in `/etc/inetd.conf` eingefügt werden:

```
# Ergänzung in /etc/inetd.conf
# cups
printer stream tcp nowait lp /usr/lib/cups/daemon/cups-lpd cups-lpd
```

Anschließend muss `inetd` die Konfigurationsdateien neu laden:

```
root# /etc/init.d/inetd reload
```

Bei Distributionen auf der Basis von `xinetd` (z. B. Mandrake, Red Hat) muss stattdessen in `/etc/xinetd.d/cups-lpd` die Einstellung `disable` auf `no` gestellt werden. Anschließend muss `inetd` seine Konfigurationsdateien neu laden:

```
root# /etc/init.d/xinetd reload
```

Einschränkung des Druckerzugriffs: Egal ob Druckaufträge via CUPS (IPP) oder via LPD versandt werden, prinzipiell gilt, dass jeder Rechner im lokalen Netz alle CUPS-Drucker ohne Einschränkung verwenden darf. Zwar bietet auch CUPS Möglichkeiten, den Zugang zu Netzwerkdruckern einzuschränken, es gibt aber momentan weder entsprechende Konfigurationswerkzeuge noch eine schlüssige Dokumentation zu diesem Thema.

Filterprobleme

Unter Unix/Linux wird als Druckerfilter üblicherweise das Programm bezeichnet, das die Druckdaten von ihrem ursprünglichen Format (meist PostScript) in das Format des Druckers umwandelt. Wenn der an den Server angeschlossene Drucker ein PostScript-Drucker ist, kann es keine Missverständnisse geben: Der Client versendet die zu druckenden Daten im PostScript-Format (ohne Filterung), und der Server leitet die Daten unverändert an den Client weiter (ebenfalls ohne Filterung).

Handelt es sich bei dem Drucker allerdings nicht um einen PostScript-Drucker, müssen die PostScript-Daten in das Format des Druckers umgewandelt werden (siehe Kapitel 401). Dafür gibt es eine Matrix mit vier Möglichkeiten: Filterung beim Client ja/nein, Filterung beim Server ja/nein. Ein Ausdruck wird nur gelingen, wenn die Daten exakt einmal einen Filter durchlaufen! (Die Problematik ist unabhängig davon, welche Drucksysteme auf dem Client und auf dem Server eingesetzt werden. Alle Unix/Linux-Drucksysteme bieten Filtermöglichkeiten an. Einzig wenn Sie CUPS verwenden und keine lokale Warteschlange für externe Drucker verwenden, kann es zu keinen Missverständnissen kommen: In diesem Fall wird die Filterung beim Server durchgeführt.)

Jetzt bleibt noch die Frage, was vernünftiger ist: die Filterung beim Client oder beim Server? Der übliche Weg besteht darin, die Filterung beim Client durchzuführen. Das ist insofern vernünftig, als damit der (oft erhebliche) Rechenaufwand zur Umwandlung der PostScript-Daten in das Format des Druckers an die Clients delegiert wird. Der entscheidende Nachteil besteht aber darin, dass PostScript-Daten im Regelfall deutlich kompakter sind als Druckerdaten. Wenn die Filterung also schon beim Client durchgeführt wird, müssen anschließend oft riesige Datenmengen durch das lokale Netzwerk bewegt werden.

- **Filterung auf dem Client:** In diesem Fall müssen Sie den Drucker auf dem Server ohne Filter konfigurieren. Falls Sie dazu YaST oder YaST2 verwenden, wird das automatisch erledigt. Diese Programme richten nämlich automatisch für jeden Drucker gleich drei Drucker-Warteschlangen ein. Eine davon hat den Namen `raw` oder `printern-raw`. Das ist der Druckername, den die Clients verwenden müssen. (Sie können in `/etc/printcap` auch einen plausibler klingenden Alias-Namen einfügen.)

Bei den meisten anderen Distributionen wird dagegen pro Drucker nur eine Warteschlange eingerichtet. Wenn Sie den Drucker für den lokalen Betrieb mit Filter konfiguriert haben, müssen Sie den Drucker daher ein zweites Mal unter einem anderen Namen ohne Filter einrichten bzw. als Druckermodell PostScript angeben!

- **Filterung auf dem Server:** Wenn die Filterung auf dem Server stattfinden soll, müssen Sie Ihre Anwender darauf hinweisen, dass sie bei einer Drucker-Konfiguration am Client keine Filterung verwenden bzw. den Netzwerkdrucker als PostScript-Drucker konfigurieren sollen (obwohl der Drucker gar kein PostScript-Drucker ist – aber für den Client sieht es eben so aus).

Für welche Variante Sie sich entscheiden, hängt letztlich natürlich auch von der Art der Daten ab, die üblicherweise gedruckt werden. Wichtig ist aber, dass Sie sich im Klaren darüber sind, wo die Filterung durchgeführt werden soll. (Bei SuSE bis einschließlich Version 6.4 wird Ihnen die Entscheidung insofern abgenommen, als weder in YaST noch in YaST2 die Client-Konfiguration für einen Netzwerkdrucker mit Filterung vorgesehen ist. Die Filterung muss auf dem Server erfolgen.)

TIPP

Weitere Informationen zur Client-Konfiguration von Netzwerkdruckern finden Sie auf Seite 613.

19.12 Samba

Samba ist ein Paket von Programmen, das bei der Integration von Windows- und Unix-/Linux-Rechnern hilft. Der Name Samba ist von der Abkürzung SMB abgeleitet, die wiederum für das Protokoll *Server Message Block* steht. SMB wird in der Windows-Welt dafür eingesetzt, dass Rechner im Netzwerk gegenseitig auf Ihre Daten zugreifen können, sich einen gemeinsamen Drucker teilen können etc.

Sehr oft wird in Windows-Netzwerken ein Windows-NT- oder Windows-2000-Server eingesetzt, der diese Funktionen zentral für alle Windows-Clients zur Verfügung stellt. Mit Samba können Sie das unter Linux auch. Das ist auf jeden Fall billiger. Über Stabilität und Geschwindigkeit gibt es geteilte Meinungen (je nachdem, ob Sie mit Microsoft- oder Linux-Anhängern sprechen). Sicher ist, dass Samba Windows NT in fast allen Anwendungsfällen ersetzen kann und dass es in den meisten Anwendungsfällen effizienter und stabiler läuft. (Sie müssen aber selbstverständlich nicht gleich ein ganzes Windows-Netzwerk umstellen, damit Sie Samba einsetzen können. Dank Samba kann sich ein Linux-Rechner weitgehend nahtlos in ein Windows-Netz einfügen, dabei einerseits Daten

und Drucker von Windows-Rechnern nutzen und andererseits selbst Daten oder einen lokalen Drucker zur Verfügung stellen.)

VERWEIS

Dieser Abschnitt beschreibt Samba aus Server-Sicht. Einzelne Samba-Kommandos können aber auch für Client-Funktionen verwendet werden – etwa um Windows-Verzeichnisse auf Linux-Rechnern zu bearbeiten oder um Windows-Drucker unter Linux zu nutzen. Diese Samba-Funktionen werden auf Seite 610 bzw. 621 beschrieben.

Eine Menge weiterer Informationen finden Sie auf der offiziellen Samba-Seite im Internet:

<http://www.samba.org/>

Besonders hilfreich ist die Samba-HOWTO-Collection (zuletzt an dieser Adresse):

[http://www.samba.org/samba/docs/
Samba-HOWTO-Collection.html](http://www.samba.org/samba/docs/Samba-HOWTO-Collection.html)

Grundlagen/Glossar

Eine Voraussetzung für die Konfiguration eines Samba-Servers ist, dass Sie eine Vorstellung davon haben, wie Windows-Netze funktionieren. Dieses Wissen kann hier nur andeutungsweise vermittelt werden. Dieser Abschnitt hat einzig das Ziel, anschließend die Samba-Funktionen klar beschreiben zu können und dabei auf das Windows-Vokabular zurückgreifen zu können. Besorgen Sie sich gegebenenfalls ein gutes Buch über Windows-Netzwerkkonfiguration. Wenn Sie sich mehr für die technischen Aspekte interessieren (also für Protokolle, Locking-Mechanismen und Ähnliches), ist das Buch *Using Samba* ein idealer Startpunkt (siehe Literaturverzeichnis). Die englische HTML-Version dieses Buchs wird bei manchen Samba-Paketen gleich mitinstalliert.

Protokolle und Services

NetBIOS: Diese Abkürzung steht eigentlich für das von IBM entwickelte *Network Basic Input/Output System*. Mittlerweile bezieht sich NetBIOS allerdings auf ein mehrfach renoviertes Protokoll.

NetBIOS sollte nicht mit NetBEUI verwechselt werden. NetBEUI ist ein Protokoll in der Art wie TCP/IP. Es wurde früher häufig unter Windows eingesetzt, verliert aber immer mehr zu Gunsten von TCP/IP an Bedeutung. NetBIOS kann wahlweise sowohl auf der Basis von NetBEUI als auch auf der Basis von TCP/IP verwendet werden (NetBIOS over TCP/IP, kurz **NBT**). Wenn Sie Windows-Clients mit Samba vernetzen, müssen Sie TCP/IP als Basisprotokoll verwenden.

NBNS: NetBIOS sieht unter anderem Verfahren zum Austausch der Rechnernamen vor (Name-Service). Die Verwaltung der Namen kann wahlweise zentral durch einen NetBIOS-Name-Server (NBNS) oder dezentral erfolgen. In diesem Fall sendet jeder Client

beim Rechnerstart eine Meldung an alle anderen Clients im Netzwerk und teilt ihnen mit, unter welchem Namen er präsent ist.

Datagrams/Sessions: Außerdem stellt NetBIOS zwei Kommunikationsmechanismen zur Verfügung: den *Session-Service* und den *Datagram-Service*. Beide dienen zum Datenaustausch zwischen Rechnern. Im ersten Fall wird eine feste Verbindung zwischen zwei Rechnern hergestellt. Im zweiten Fall ist die Verbindung dagegen lose, es gibt keine Überprüfung, ob die Daten ordnungsgemäß ankommen. Der *Datagram-Service* hat dafür den Vorteil, dass Daten an mehrere Rechner gleichzeitig versandt werden können.

WINS: Unter Windows wird der NBNS durch den Windows Internet Name Service (WINS) realisiert. WINS ist also das Gegenstück zu DNS unter Linux/Unix. WINS-Server können nur mit Windows NT/2000/XP eingerichtet werden (oder natürlich mit Samba, nicht aber mit Windows 9x). Samba kann dabei optional auf einen schon vorhandenen DNS zurückgreifen.

Anders als unter Unix funktioniert unter Windows die Namensauflösung aber auch ohne einen expliziten Name-Server. Allerdings müssen dazu *Datagram*-Pakete an alle Rechner des Netzwerks gesendet werden, weswegen das Verfahren in großen Windows-Netzen zunehmend ineffizient wird.

HINWEIS

Die Rechnernamen für NetBIOS und für TCP/IP sind voneinander unabhängig. Theoretisch ist es also möglich, dass ein Rechner je nach Protokoll unter verschiedenen Namen konfiguriert ist. In der Praxis wird man diesen Fall natürlich vermeiden. Unterschiedliche Namen stiften nicht nur Verwirrung, sondern machen auch die Nutzung mancher Funktionen unmöglich.

Browsing: Woher weiß ein Windows-Client, welche anderen Rechner sich im Netz befinden? Die Antwort lautet: durch Browsing. Mit diesem Begriff wird die Verwaltung der im Netz befindlichen Rechner bezeichnet. Damit sich nicht jeder Rechner selbst darum kümmern muss, übernimmt ein so genannter *Master-Browser* diese Verwaltungsaufgabe. In größeren Netzen wird er von einem oder mehreren *Backup-Browser(n)* unterstützt. Samba ist bei Bedarf ebenfalls in der Lage, als *Browser* aufzutreten.

Wer die Rolle als *Browser* übernimmt, ist nicht fest vorgeschrieben, sondern wird unter den im Netz befindlichen Rechnern dynamisch ausgehandelt – je nachdem, welche Rechner sich gerade im Netz befinden und welcher dieser Rechner am besten dazu geeignet ist (im Regelfall der Rechner mit der neuesten Betriebssystemversion; NT/2000/XP wird gegenüber 9x bevorzugt etc.). Dabei muss es sich keineswegs automatisch um den WINS-Server handeln, sofern es im Netz überhaupt einen gibt. Der Browsing-Ansatz wird also sehr dezentral gehandhabt.

Leider gelingt es nicht immer, die Browsing-Liste mit dem tatsächlichen Zustand des Netzwerks synchron zu halten. Das liegt auch daran, dass die Clients einen Cache mit dem zuletzt gültigen Zustand verwalten, um die Netzbelastung zu minimieren. Die Aktualisierung dieses Caches (F5 im Windows Explorer) gelingt nicht immer bzw. erst nach geraumer Zeit. Wenn Sie im Windows Explorer also einen Rechner nicht finden, obwohl Sie wissen, dass dieser Rechner läuft, wissen Sie jetzt, dass es ein Browsing-Problem ist!

Zugriffsrechte und Sicherheitssysteme

Windows war ursprünglich weder als Multiuser- noch als Netzwerk-System konzipiert. Das hat sich mittlerweile zwar vollkommen geändert, die Ursprünge von Windows sind aber noch gut zu erkennen, wenn es darum geht, wer auf welche Daten eines anderen Benutzers zugreifen darf und wie diese Zugriffsrechte geregelt werden. Aus Unix-Sicht wirkt das Konzept einigermaßen verwirrend.

Shares: Dieser Begriff bezeichnet gleichermaßen Verzeichnisse oder Drucker, die via Net-BIOS anderen Rechnern zur Verfügung gestellt werden. (Die deutsche Übersetzung lautet wenig elegant 'Freigaben', ich bleibe aber beim englischen Begriff oder spreche von Verzeichnissen.)

Share-Level-Sicherheit: Bei der einfachsten Form der Zugriffssteuerung bekommt jedes Verzeichnis und jeder Drucker ein eigenes Passwort. (Sie können die Objekte auch ganz freigeben. Dann brauchen Sie kein Passwort, es gibt dann aber natürlich auch keinerlei Zugriffskontrolle.) Alle Rechner mit Windows ab Version 3.11 (Windows for Workgroups) unterstützen die Share-Level-Sicherheit.

Die Idee ist so einfach, dass sie immer noch sehr gebräuchlich und in sehr kleinen Netzen durchaus praktikabel ist. Zudem funktioniert sie ohne das User-Konzept. (Bis Windows 95 war die Anmeldung mit unterschiedlichen Benutzernamen auf einem Rechner ja gar nicht vorgesehen. Selbst in Windows 9x ist dieses Merkmal oft nicht aktiviert – siehe SYSTEMSTEUERUNG, BENUTZERVERWALTUNG.)

Dieses Verfahren hat folgenden Nachteil: Wenn auf zehn Rechnern jeweils nur drei Objekte freigegeben werden, sind 30 Passwörter erforderlich. In größeren Netzen führt das naturgemäß zu vollkommen chaotischen Zuständen. Beinahe auf jedem Monitor kleben Post-It-Zettel mit Passwörtern, weil sich kein Mensch merken kann, was mit welchem Passwort abgesichert ist.

Arbeitsgruppen (Workgroups): Der gegenseitige Zugriff auf Shares funktioniert nur, wenn die Rechner derselben Arbeitsgruppe angehören. Auf den ersten Blick sieht ein Arbeitsgruppenname wie ein Domainname unter Unix/Linux aus. Dieser Eindruck täuscht insofern, als der Arbeitsgruppenname weder mit TCP/IP-Adressen in Zusammenhang steht noch Hierarchien erlaubt.

Außerdem gibt es keine zentrale Administration. Indem sich der Rechner als zur Arbeitsgruppe G zugehörig deklariert, gehört er dieser Gruppe auch schon an. Share-Level-Sicherheit funktioniert also nach einem dezentralen Peer-to-Peer-Verfahren (im Gegensatz zu den zunehmend zentralistischeren Client/Server-Verfahren für User-Level- und Domain-Level).

User-Level-Sicherheit: Die User-Level-Sicherheit setzt auf Client-Seite voraus, dass sich der Anwender mit Name und Passwort anmeldet. Wenn der Anwender nun irgendwelche Daten vom Server nutzen möchte, gelten sein aktueller Name und sein Passwort als Zugangsberechtigung. (Neben der korrekten Authentifizierung ist es auch bei der User-Level-Sicherheit erforderlich, dass Client und Server zur selben Arbeitsgruppe gehören.)

Einem Verzeichnis auf dem Server ist also nicht einfach ein Passwort zugeordnet. Stattdessen ist das Verzeichnis mit einem Benutzer verbunden (oder einer Liste namentlich aufgezählter Benutzer oder allen Benutzern einer Gruppe). Dazu ist auf der Server-Seite eine eigene Datenbank mit den Benutzernamen, der Gruppenzugehörigkeit und Passwörtern erforderlich.

Dazu noch ein Beispiel: Anwender X arbeitet auf Rechner A. Damit X Daten vom Server S abrufen kann, muss X sowohl auf A als auch auf S als Benutzer registriert sein (jeweils mit dem gleichen Namen und Passwort). Nun geht Rechner A kaputt. X weicht auf Rechner B aus. Damit er auf seine Daten auf S zugreifen kann, muss auch auf B der Benutzer X (wieder mit Passwort) geschaffen werden.

Wenn X sich entschließt, sein Passwort zu ändern, muss diese Änderung auf dem Server S und in der Folge auf jedem Client (A, B, ...) durchgeführt werden. Die dezentrale Passwortverwaltung und Authentifizierung ist also ein immanentes Problem bei diesem Konzept. (Dieses Problem führt dazu, dass Passwörter nur dann geändert werden, wenn dies vom Server-Administrator erzwungen wird.)

Noch eine letzte Anmerkung: Die Clients A, B etc. greifen zwar im User-Level-Verfahren auf Server-Daten zu, sie können aber untereinander weiterhin das Share-Level-Verfahren verwenden. Es ist also möglich, auf Client A ein Verzeichnis freizugeben (wieder mit einem objektspezifischen Passwort). Dieses Verzeichnis kann von Client B genutzt werden (egal wer sich dort eingeloggt hat), sofern das Passwort bekannt ist.

User-Level-Sicherheit setzt auf der Client-Seite Windows 9x voraus, als Server zumindest Windows NT 3.5 (üblicherweise aber Windows NT 4 Server oder Windows 2000 Server).

Domain-Level-Sicherheit: Mit Windows NT 4 hat Microsoft das Konzept der Domänen in seine Netzwerkwelt eingeführt. Das Konzept der Zugriffsverwaltung bleibt das gleiche (Zugriffsrechte je nach Benutzername), und auch sonst ist das Prinzip einer Domain mit dem einer Arbeitsgruppe (Workgroup) verwandt. Die Unterschiede betreffen die Art und Weise, wie die Benutzerdatenbank verwaltet wird und wie die Authentifizierung erfolgt:

- Die Clients können beim Login auf die zentral vom Server verwaltete Benutzerdatenbank zurückgreifen. Anstatt die Benutzerdaten auf jedem Rechner getrennt zu verwalten (mit allen Synchronisierungsproblemen), gibt es jetzt eine zentrale Benutzerdatenbank. (Client-Konfiguration: Systemsteuerung, Netzwerk, Konfiguration, Client-Eigenschaften, an Windows-NT-Domäne anmelden.)
- Auch die Clients können jetzt Verzeichnisse für bestimmte Anwender freigeben. Damit kann das Konzept der User-Level-Sicherheit auch auf die Verwaltung von Client-Ressourcen ausgeweitet werden. (Client-Konfiguration: Systemsteuerung, Netzwerk, Zugriffssteuerung, Zugriffssteuerung auf Benutzerebene.)
- Die Zugriffsrechte werden durch eine Art Login-Token verwaltet. Der Client erhält beim Login eine Zugriffsinformation, die bis zum Logout im gesamten Netzwerk gilt. Dieser Unterschied ist für den Anwender zwar nicht sichtbar, stellt aber einen fundamentalen Unterschied bei der internen Verwaltung dar und ist (für den Server) deutlich effizienter zu handhaben.

Nicht alle obigen Punkte müssen für alle Clients in einer Domain gelten – aber sie sind möglich und sinnvoll. Als Client-Betriebssystem kommt Windows 9x oder (besser!) Windows NT/2000/XP in Frage. Als Server muss eine Windows-Server-Version (NT 4, 2000, XP) eingesetzt werden. Dabei muss einer dieser Server als *Primary Domain Controller* (PDC) konfiguriert sein. In größeren Netzen können dem PDC einige *Backup Domain Controller* (BDC) zur Seite gestellt werden, damit nicht das gesamte System still steht, nur weil der PDC gerade abgestürzt ist.

Samba: Nach diesem Ausflug in die Welt der bunten Fenster kehren wir zurück zu Linux! Samba unterstützt alle drei oben aufgezählten Sicherheitsverfahren: Am einfachsten und populärsten ist die Anwendung von Samba als Server auf der Basis von User-Level-Sicherheit. Als User-Level-Server stellt Samba einen vollständigen Ersatz für Windows NT dar.

Share-Level-Sicherheit kann ebenfalls nachgebildet werden, allerdings ist das aus Sicht des Samba-Administrators wenig intuitiv. (Das Problem besteht darin, dass Samba darauf besteht, Verzeichnisse oder Drucker einem Benutzer zuzuordnen. Genau das ist bei der Share-Level-Sicherheit aber gar nicht vorgesehen. Details folgen ab Seite 823.)

Domain-Level-Sicherheit wird erst ab Samba 2.2 vollständig unterstützt. Dieses Buch beschreibt allerdings nur den Einsatz von Samba in Share-Level- oder User-Level-Systemen. Wenn Sie Samba in einem Domain-Level-System einsetzen möchten, benötigen Sie aktuelle Spezialliteratur.

Inbetriebnahme und Administration

Die Samba-Server-Funktionen werden von den beiden Dämonen `smbd` und `nbmd` zur Verfügung gestellt.

- `nbmd` dient zur internen Verwaltung und als Name-Server. Der Dämon kümmert sich auch um die Browsing-Funktionen. `nbmd` kann bei Bedarf als *Master-Browser* und/oder als WINS-Server fungieren.
- `smbd` stellt die Schnittstelle für die Clients dar und stellt diesen den Zugang zu Verzeichnissen, Druckern und zur aktuellen Browsing-Liste zur Verfügung.

Konfiguration

Als zentrale Konfigurationsdatei für Samba dient je nach Distribution `/etc/smb.conf` oder `/etc/samba/smb.conf`. Eine minimale Version für erste Tests könnte so aussehen:

```
; /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf
[global]
    workgroup = SOL
    security = share
```



```
[public]
  path = /data/public
  guest ok = yes
  guest only = yes
```

Damit bietet Samba der Arbeitsgruppe SOL das Verzeichnis `public` an. Dieses Verzeichnis enthält die Daten des Verzeichnisses `/data/public` des lokalen Rechners. (Dieses Verzeichnis muss natürlich existieren, und es sollte zu Testzwecken auch ein paar Dateien enthalten!)

Sowohl der Zugriff auf den Samba-Server an sich (`security = share`) als auch auf das `public`-Verzeichnis (`guest ok = yes, guest only = yes`) ist ohne Passwort möglich. Die Daten dürfen aber nicht verändert werden. (Es gilt per Default `read only = yes`.)

Erster Start

`nmbd` und `smbd` werden nach der Installation des Samba-Pakets bei jedem Rechnerstart im Rahmen des Init-V-Prozesses gestartet. Nach der Erstinstallation müssen Sie Samba selbst starten.

Red Hat: Hier ist Samba auf vier Pakete aufgeteilt: `samba` mit den Server-Funktionen, `samba-client` mit den Client-Funktionen, `samba-common` mit einigen Dateien, die sowohl für die Client- als auch für die Server-Funktionen benötigt werden, und schließlich `samba-swat` für die Samba-Webadministration. Im Regelfall sollten Sie alle vier Pakete installieren:

```
root# /etc/init.d/smb start
```

Damit Samba bei Red Hat im Rahmen des Init-V-Prozesses in Zukunft automatisch gestartet wird, müssen Sie die entsprechenden Links in `/etc/rc.d/rcn.d` einrichten:

```
root# chkconfig --level 35 smb on
```

SuSE: Bei SuSE müssen Sie in `/etc/rc.config` die Variable `START_SMB` auf `yes` stellen. Ab dem nächsten Rechnerstart wird Samba automatisch ausgeführt. Zum manuellen Start führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/smb start
```

Test: Als erste Kontrolle, ob alles funktioniert, führen Sie auf dem Server das Kommando `smbclient localhost` aus. Sie brauchen kein Passwort anzugeben (drücken Sie einfach `(↵)`).

```

root# smbclient -L localhost
added interface ip=192.168.0.2 bcast=192.168.0.255 nmask=255.255.255.0
Password: <Return>
Domain=[SOL] OS=[Unix] Server=[Samba 2.2.0]

```

Sharename	Type	Comment
-----	----	-----
public	Disk	
IPC\$	IPC	IPC Service (Samba 2.2.0)
ADMIN\$	Disk	IPC Service (Samba 2.2.0)

Server	Comment
-----	-----
URANUS	Samba 2.2.0

Workgroup	Master
-----	-----
SOL	

Wenn das funktioniert, sollten Sie überprüfen, ob der Rechner *uranus* und das Verzeichnis *public* auch für Windows-Clients sichtbar sind. Auch dabei sollte kein Passwort erforderlich sein (weil dieser erste Test mit minimalen Sicherheitseinstellungen durchgeführt wird (*security = SHARE* und *guest ok = yes*)).

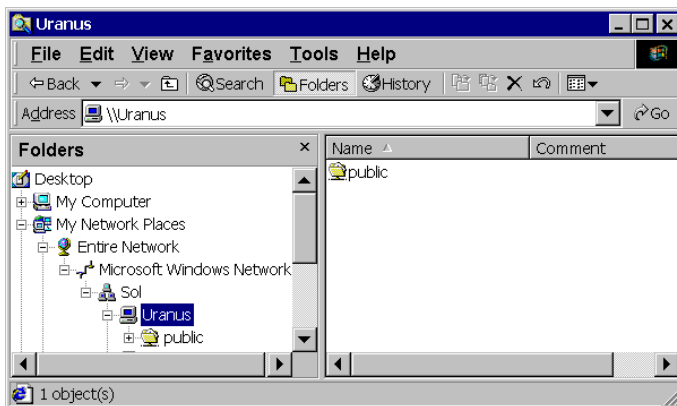


Abbildung 19.3: Der Samba-Server *Uranus* aus der Sicht des Windows Explorers

Administration

HINWEIS

Nach jeder Veränderung der Konfigurationsdateien müssen diese neu eingelesen werden! Führen Sie dazu das Kommando `/etc/init.d/smb reload` oder `/etc/init.d/smb restart` aus. (Immerhin müssen Sie nicht den Rechner neu starten, wie dies unter Windows üblich ist.)

Syntaxkontrolle für `smb.conf`: Wenn Sie größere Änderungen an `smb.conf` durchführen, sollten Sie die Datei zuerst auf syntaktische Fehler überprüfen, bevor Sie Samba neu starten. Dazu gibt es das Kommando `testparm`, das nicht nur eine Syntaxkontrolle ausführt, sondern anschließend auch eine (schier endlose) Liste mit den Defaulteinstellungen aller Optionen angibt, die in `smb.conf` nicht explizit angeführt sind.

```
root# testparm
Load smb config files from /etc/smb.conf
Processing section "[public]"
Loaded services file OK.
Press enter to see a dump of your service definitions <Return>
# Global parameters
[global]
    coding system =
    client code page = 850
    code page directory = /usr/lib/samba/codepages
    workgroup = SOL
    server string = Samba 2.2.0
    interfaces =
...

```

Samba-Status: Mit `smbstatus` können Sie den aktuellen Status von Samba feststellen (inklusive der zurzeit aktiven Verbindungen):

```
root# smbstatus
Samba version 2.2.0
Service uid gid pid machine
-----
public nobody nogroup 3114 venus (192.168.0.12) Sep 19 10:02:47
IPC$ nobody nogroup 3114 venus (192.168.0.12) Sep 19 10:02:46
IPC$ nobody nogroup 3114 venus (192.168.0.12) Sep 19 10:10:55

Locked files:
Pid DenyMode R/W Oplock Name
-----
3114 DENY_NONE RDONLY EXCLUSIVE+BATC /data/public/file5.txt ...

```

Protokollierung: Samba protokolliert Status- und Fehlermeldungen üblicherweise in die Dateien `/var/log/log.smbd` und `./log.nmbd` (bei Red Hat `/var/log/samba/*`).

Konfiguration mit SWAT

Zusammen mit Samba wird das Samba Web Administration Tool (kurz SWAT) installiert. Damit können Sie Samba über einen Webbrowser konfigurieren (siehe Abbildung 19.4). Das Programm bietet sich insbesondere zur Fernwartung an (d. h., Sie können von jedem beliebigen Rechner aus eine Verbindung zum Samba-Server herstellen und dort Veränderungen durchführen.)

Bevor SWAT das erste Mal verwendet werden kann, müssen einige Konfigurationsdateien ein wenig verändert werden. (Bei manchen Distributionen sind diese Veränderungen schon vorgesehen.)

```
# in /etc/services
swat                901/tcp
```

inetd: Wenn Ihre Distribution `inetd` benutzt (z. B. aktuelle SuSE-Distributionen), fügen Sie die folgende Zeile in `/etc/inetd.conf` ein:

```
# in /etc/inetd.conf
swat    stream  tcp    nowait.400    root    /usr/sbin/swat  swat
```

Anschließend muss `inetd` seine Konfigurationsdateien neu laden:

```
root# /etc/init.d/inetd reload
```

xinetd: Bei Distributionen auf der Basis von `xinetd` (z. B. Red Hat, Mandrake) müssen Sie sicherstellen, dass `/etc/xinet.d/swat` die Zeile `disable=no` enthält. Anschließend muss auch `xinetd` seine Konfigurationsdateien neu laden:

```
root# /etc/init.d/xinetd restart
```

SWAT-Test: Jetzt starten Sie (wahlweise auf dem lokalen Rechner oder auf einem beliebigen anderen Rechner im Netz) einen Webbrowser und geben als Adresse die folgende Zeile ein:

```
http://servername:901
```

Es erscheint ein Login-Dialog, in dem Sie sich mit Ihrem Linux-Benutzernamen und dem Passwort anmelden müssen. (Als normaler Benutzer können Sie allerdings nicht allzu viel verändern – eigentlich nur Ihr Passwort. Zur Administration müssen Sie sich als `root` anmelden.) Zu den attraktivsten Merkmalen von SWAT zählt die direkte Verbindung des Programms mit dem Hilfesystem. Bei jedem Eingabefeld verweist ein Link auf den dazugehörigen Hilfetext, der in einem zweiten Fenster angezeigt wird. Sehr nützlich ist auch, dass für alle nicht explizit eingestellten Optionen automatisch die Defaulteinstellungen angezeigt werden.

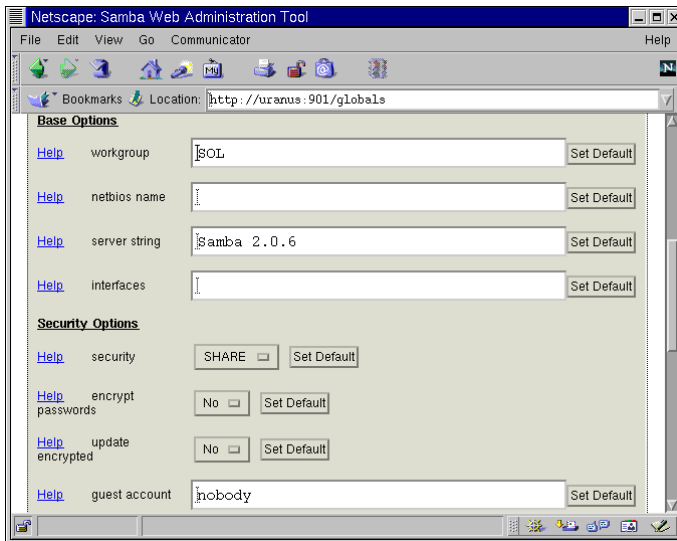


Abbildung 19.4: Samba-Konfiguration mit SWAT

VORSICHT

SWAT löscht bei jeder Änderung alle Kommentare in `smb.conf`. SWAT eliminiert auch sämtliche Einstellungen in der Datei, die ohnedies per Default gelten. Erstellen Sie daher vor dem ersten Test eine Sicherungskopie der Datei!

Auch für SWAT gilt, dass Veränderungen an der Konfiguration erst nach einem Neustart von Samba aktiv werden. Die Veränderungen müssen zuerst mit COMMIT CHANGES durchgeführt werden. Anschließend starten Sie auf der STATUS-Seite `smbd` und/oder `nmbd` neu.

TIPP

Neben SWAT gibt es gut ein halbes Dutzend weiterer grafischer Konfigurations-Tools, unter anderem `linuxconf`, Webmin, GSMB (Gnome) und KSamba (KDE). Für Emacs-Freunde wie mich gibt es den Modus `smb-mode`, mit dem die Bearbeitung von `smb.conf` gleich noch mehr Vergnügen macht. (Dazu müssen Sie eventuell die Datei `smb-mode.el` installieren, die Sie bei `www.samba.org` finden.)

Windows-Client-Konfiguration

Die folgende Aufzählung beschränkt sich auf die Konfiguration von Clients zum Zugriff auf Samba im Share- oder User-Level-Verfahren. Die Domain-Level-Sicherheit wird nicht behandelt. Wenn Sie Probleme mit der Windows-Netzwerkkonfiguration haben (und die ist – gerade in Netzen mit Windows NT – trotz schöner Dialoge auch nicht viel einfacher als jene unter Linux!), müssen Sie auf ein gutes Buch zu diesem Thema zurückgreifen.

Damit Windows-Clients auf die von Samba zur Verfügung gestellten Verzeichnisse bzw. Drucker zugreifen können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. (Dieselben Voraussetzungen gelten natürlich auch, wenn Windows-Clients auf einen Windows-NT- oder Windows-2000-Server zugreifen möchten.)

- TCP/IP muss zur Verfügung stehen. (Auf älteren Windows-9x-Installationen ist dieses Protokoll nicht installiert bzw. nicht aktiv. Es befindet sich aber auf der Windows-Installations-CD.)
- Um mit User-Level-Sicherheit auf Verzeichnisse zugreifen zu können, muss Windows 9x für den Multiuser-Betrieb konfiguriert sein (Benutzer-Dialog in der Systemsteuerung) und es müssen Passwörter verwendet werden. Im Gegensatz zu Windows NT/2000/XP und Linux bietet der Multiuser-Betrieb zwar auf dem lokalen Rechner keine Sicherheitsvorteile (Benutzer X kann ohne weiteres die Daten von Benutzer Y löschen), wohl aber beim Server-Zugriff. (Hier kann Benutzer X nicht auf die Daten von Y zugreifen, es sei denn, der Server-Administrator sieht dies explizit vor.)
- Benutzernamen, Passwörter und Workgroup-Namen unter Windows müssen mit den entsprechenden Informationen der Samba-Konfiguration bzw. der Accounts unter Linux übereinstimmen.
- Der Server muss natürlich im Netzwerk erreichbar sein! (Testen Sie das in einem DOS-Fenster mit `ping servername`. Das Kommando `ping` steht glücklicherweise unter Windows ebenso zur Verfügung wie unter Linux.)

HINWEIS

Manchmal dauert es eine Weile, bis Änderungen an der Samba-Konfiguration auf den Windows-Clients bemerkbar werden. Das liegt an der Natur der Protokolle, die hier zum Einsatz kommen (und der bisweilen nicht optimalen Programmierung auf der Windows-Seite).

Sicherheitsstufen, Benutzerverwaltung, Passwörter

Sicherheitsstufen

Samba kennt vier Sicherheitsstufen. Die gewünschte Stufe wird mit der Option `security` in `smb.conf` eingestellt.

- **security = share:** Samba arbeitet mit Share-Level-Sicherheit. In dieser Einstellung verlangt Samba beim Verbindungsaufbau vorerst weder einen Loginnamen noch ein Passwort. Erst beim Zugriff auf Verzeichnisse oder Drucker (soweit diese nicht ebenfalls ohne Passwort freigegeben sind) ist eine Identifizierung erforderlich.
- **security = user:** Bei dieser Einstellung müssen sich Clients mit Name und Passwort anmelden, bevor sie auf irgendwelche Daten zugreifen können. Diese Einstellung gilt seit Samba 2.0 als Defaulteinstellung.

- **security = server:** Samba delegiert die Authentifizierung an einen anderen Rechner (der mit `password server = name` eingestellt wird). Dabei wird es sich in der Regel um einen Rechner mit Windows NT/2000/XP handeln. Aus Sicht der Clients ergibt sich kein Unterschied zu `security = user`. Aus Sicht des Samba-Administrators erleichtert dieser Modus die Arbeit (es ist keine eigene Samba-Passwort-Datei erforderlich, siehe unten). Er setzt aber auch voraus, dass es im Netzwerk einen anderen Server gibt, der sich um die Authentifizierung kümmert.
- **security = domain:** Wie `security = user`, allerdings muss es sich beim externen Server um einen PDC handeln (Primary Domain Controller). Der Samba-Server muss Teil der Domain sein.

HINWEIS

Die drei Varianten `user`, `server` und `domain` sind aus Anwendersicht identisch. Auch die Art der Zugriffsverwaltung bleibt gleich (User-Level). Die Unterschiede dieser drei Varianten beziehen sich darauf, wie der Benutzername und das Passwort überprüft werden. Bei `user` liegt die gesamte Verantwortung (und Administrationsarbeit) beim Samba-Server. In den beiden anderen Fällen wird diese Arbeit delegiert, wobei `domain` das effizientere Verfahren bietet.

Dieser Abschnitt geht nur auf die Varianten `share` und `user` ein.

Benutzerverwaltung

Ein elementares Grundprinzip von Samba besteht darin, dass der Zugriff auf Verzeichnisse auf der Basis der Linux-Benutzerverwaltung erfolgt. Jeder Windows-Login-Name wird einem Linux-Login-Namen zugeordnet.

HINWEIS

Die Informationen in diesem Abschnitt sind selbst dann für Sie relevant, wenn Sie Samba mit Share-Level-Sicherheit betreiben möchten! Samba ordnet auch dann allen Verzeichnissen einen Benutzer zu. Wenn das Verzeichnis passwortgeschützt ist, erfolgt auch die Passwortkontrolle auf die gleiche Weise wie bei der User-Level-Sicherheit.

Am einfachsten ist die Zuordnung anhand eines Beispiels zu verstehen. Mit den folgenden Zeilen wird das Verzeichnis `/data/test` des Samba-Servers unter dem Share-Namen `test` für den Benutzer `peter` freigegeben:

```
[global]
    security = user
    encrypt passwords = Yes
[test]
    path = /data/test
    writeable = True
    username = peter
```

`peter` muss ein gültiger Benutzername auf dem Linux-System sein. (Achten Sie auf die korrekte Groß- und Kleinschreibung!) Außerdem muss das Verzeichnis `/data/test` dem Linux-Benutzer `peter` gehören (oder die Zugriffsrechte auf das Verzeichnis und

die darin enthaltenen Benutzer müssen so eingestellt sein, dass `peter` – wenn er am Linux-System eingeloggt wäre – die Dateien bearbeiten könnte). Der entscheidende Punkt ist: Durch `username = peter` gelten für den Benutzer `peter` (der von irgendeinem Windows-Client aus auf `test` zugreift) alle Unix-Regeln der Zugriffsverwaltung.

Zuordnung zwischen Windows- und Linux-Benutzernamen

Unter Windows ist als Benutzername beinahe jede beliebige Zeichenkette mit bis zu 128 Zeichen möglich, unter Linux dagegen nur eine Zeichenkette mit maximal acht Zeichen ohne Sonderzeichen oder Leerzeichen. Wenn ein Windows-Benutzer einen Benutzernamen verwendet, der sich nicht unmittelbar zu einem Linux-Benutzernamen zuordnen lässt, muss die Zuordnung über eine Datei hergestellt werden. Der Name dieser Datei wird in `smb.conf` durch die Option `username map` angegeben:

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf
[global]
    username map = /etc/smb.users
```

Jede Zeile der Datei `smb.users` enthält zuerst einen Linux-Benutzernamen, dann das Zeichen `=` und schließlich einen oder mehrere Windows-Benutzernamen. (Sie können die Datei auch dazu benutzen, mehrere Windows-Benutzer einem Linux-Benutzer zuzuordnen.) Oft wird auch der Windows-Name `administrator` dem Linux-Namen `root` zugeordnet und der Windows-Name `guest` dem Linux-Namen `nobody`. Wenn `peter` unter Windows den Login-Namen `Peter Mayer` verwendet, müsste der entsprechende Eintrag in `smb.users` so aussehen:

```
# /etc/smb.users
peter = "Peter Mayer"
# root = administrator
# nobody = guest
```

Wenn unter Linux und Windows wie im obigen Beispiel unterschiedliche Benutzernamen gelten, dann wird beim Samba-Login der Unix-Benutzername (gemäß `/etc/smb.users`) und das Windows-Passwort verwendet. Wenn also `'Peter Mayer'` mit dem Passwort `'pw1234'` unter Windows eingeloggt ist, dann muss die Samba-Passwortdatei (`/etc/smbpasswd`) den Benutzernamen `'peter'` und das Passwort `'pw1234'` enthalten.

VORSICHT

`/etc/smb.users` (oder wie immer Sie die Datei nennen) kann das ganze Sicherheitssystem von Samba bzw. Linux aushebeln. Achten Sie darauf, dass die Datei nur von `root` verändert werden kann!

Verschlüsselte Passwörter

Bevor `peter` tatsächlich auf `test` zugreifen kann, muss er sich identifizieren. Dazu werden beim Verbindungsaufbau zwischen dem Windows-Client und Samba automatisch

der Windows-Login-Name und das Passwort übertragen. Bei Windows-95-Rechnern und bei Rechnern mit Windows NT 4 bis Service Pack 3 wird das Passwort im Klartext übertragen. Samba kann dank der Linux-Passwort-Datei `/etc/passwd` überprüfen, ob das Passwort korrekt ist.

Seit Windows 98 bzw. seit Windows NT 4 Service Pack 3 werden Passwörter aus Sicherheitsgründen nicht mehr im Klartext, sondern verschlüsselt übertragen. Nun sind sowohl Linux- als auch Windows-Passwörter mit zwei verschiedenen Algorithmen verschlüsselt, die beide eine Rekonstruktion des Passworts unmöglich machen. Anhand der verschlüsselten Windows-Passwort-Informationen und der anders verschlüsselten Informationen in `/etc/passwd` kann daher nicht länger festgestellt werden, ob das Passwort korrekt ist. (Die meisten Linux-Systeme speichern die Passwörter übrigens gar nicht in `/etc/passwd`, sondern in `/etc/shadow`. In diesem Abschnitt bleibe ich aber bei `passwd`, um die Erklärung nicht komplizierter als notwendig zu machen.)

Der Ausweg aus diesem Dilemma ist lästig, aber unvermeidbar: Es müssen zwei Passwort-Dateien verwaltet werden, `/etc/passwd` für Linux und `/etc/smbpasswd` oder `/etc/samba/smbpasswd` für Samba. Damit peter also ein Samba-Verzeichnis nutzen kann, müssen Sie als Linux-Systemadministrator in `smbpasswd` einen neuen Eintrag für peter vorsehen:

```
root# smbpasswd -a peter
New SMB password: ******
Retype new SMB password: ******
Added user peter.
Password changed for user peter.
```

Wegen der unterschiedlichen Verschlüsselungsverfahren ist es nicht möglich, `smbpasswd` automatisch aus `/etc/passwd` zu erstellen. Damit Samba verschlüsselte Passwörter akzeptiert und zur Kontrolle `smbpasswd` auswertet, ist die folgende Einstellung in `smb.conf` erforderlich:

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf
[global]
    encrypt passwords = Yes
```

HINWEIS

Für den Rest dieses Kapitels wird angenommen, dass Sie mit verschlüsselten Passwörtern arbeiten.

Nach Möglichkeit sollten der Benutzername und das Passwort für Samba mit dem Login-Namen und dem Passwort für Windows übereinstimmen. In diesem Fall werden diese Informationen bei einem Verbindungsaufbau vom Windows-Client zum Samba-Server automatisch übertragen und es erscheint keine Login-Box.

Passwortverwaltung durch den Client

Meist ist es wünschenswert, dass die Clients selbst Ihre Passwörter verändern dürfen. Dazu bietet sich SWAT an. (Der Anwender startet einen Webbrowser und gibt als Adresse

den Netzwerknamen des Samba-Servers plus : 901 ein, also etwa `uranus.sol:901`.) SWAT erfordert es, dass sich der Anwender anmeldet – und dazu ist das Linux-Passwort nötig (nicht das Samba-Passwort)!

Innerhalb von SWAT kann der Anwender dann sein Samba-Passwort ändern. Praktikabel ist das aber nur dann, wenn zugleich mit dem Samba-Passwort auch das Linux-Passwort geändert wird, sodass die beiden Passwörter synchron bleiben. Das ist zwar möglich, erfordert aber meistens viel Geduld bei der Einstellung des Parameters für `passwd chat`.

Die folgenden Zeilen zeigen, welche Variablen in `smb.conf` verändert werden müssen. Bei `passwd chat` ist die Samba-Defaulteinstellung abgedruckt. Je nach Distribution müssen Sie diese Zeichenkette so anpassen, dass sie der `passwd`-Kommunikation auf Ihrem Rechner entspricht (siehe auch `man smb.conf`). Die Zeichenkette muss in einer Zeile angegeben werden (und ist hier nur aus Platzgründen mit `\`-Zeichen auf vier Zeilen verteilt):

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf
[global]
passwd program = /usr/bin/passwd %u
passwd chat = passwd chat = "*Old password*" %o\n \
               "*New password*" %n\n \
               "*Re-enter new password*" %n\n \
               "*Password changed*"
unix password sync = Yes
```

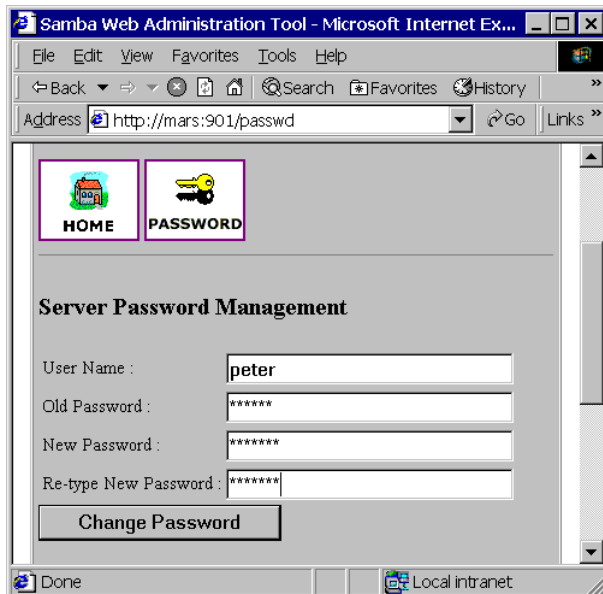


Abbildung 19.5: Änderung des Passworts durch den Client mit SWAT

Damit die Passwort-Veränderung funktioniert, muss Samba das Kommando `passwd` mit `root`-Rechten ausführen, was ein potenzielles Sicherheitsrisiko ist. Außerdem muss `smb.conf` von allen Nutzern lesbar sein, die ihr Passwort verändern möchten.

Neben dem hier beschriebenen Verfahren gibt es zahlreiche weitere Methoden zur Passwort- und Login-Verwaltung, deren Beschreibung aber den Rahmen dieses Abschnitts sprengen würde. Mit dem Zusatzprogramm `winbind` können Sie sogar die Linux- und Windows-Passwörter synchronisieren. Allerdings ist `winbind` noch nicht offizieller Bestandteil von Samba und erfordert eine relativ aufwändige Konfiguration.

Linux-Login verhindern

Aus Sicherheitsgründen ist es oft nicht erwünscht, dass die Benutzer, denen am Samba-Server Verzeichnisse zur Verfügung gestellt werden und für die daher ein Linux-Account existieren muss, sich tatsächlich am Linux-Rechner anmelden können (z. B. mit `Telnet`). Um eine solche Anmeldung zu vermeiden, stellen Sie mit `chsh` das Programm `/bin/false` als Login-Shell ein:

```
root# chsh -s /bin/false peter
```

Die resultierende Zeile für `peter` in `/etc/passwd` sieht dann ungefähr so aus:

```
# /etc/passwd
peter:x:503:100::/home/peter:/bin/false
```

Verzeichnisse freigeben

Es gibt unbegrenzt viele Möglichkeiten, Verzeichnisse einzelnen Benutzern, aber auch ganzen Gruppen zur Verfügung zu stellen, wobei detailliert bestimmt werden kann, wer Dateien verändern bzw. neu erstellen darf etc. Dieser Abschnitt gibt einige einführende Beispiele, anhand derer Sie das Prinzip der Konfiguration von `smb.conf` erkennen sollten. Zusammen mit der exzellenten Beschreibung von `smb.conf` (im HTML-Format) sollte es eigentlich kein Problem mehr darstellen, weitergehende Konfigurationsoptionen selbst herauszufinden.

Share-Level-Sicherheit

Verzeichnisse ohne Passwort: Das Einführungsbeispiel für `smb.conf` war so gewählt, dass das Erfolgserlebnis praktisch garantiert war: Der Zugriff auf den Samba-Server und das Verzeichnis `public` funktioniert unabhängig vom Login-Namen auf dem Client und ist nicht durch Passwörter abgesichert:

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf (Share Level, Teil 1)
[global]
    workgroup = SOL
    security = Share
    encrypt passwords = Yes

[public]
    path = /data/public
    guest ok = Yes
    guest only = Yes
```

Dennoch sind hier noch einige Hintergrundinformationen angebracht: Wie bereits erwähnt, ordnet Samba jedem Verzeichniszugriff einen Linux-Benutzer zu. Durch die Optionen `guest ok` und `guest only` wird erreicht, dass jeder Zugriff auf das Verzeichnis `public` ohne Passwort erlaubt ist und dass der Zugriff immer dem Default-Account für `guest` zugeordnet wird. Normalerweise ist das der Linux-Benutzer `nobody`, der bei den meisten Linux-Distributionen automatisch eingerichtet ist.

Welches der Default-Account für `guest` ist, können Sie mit dem folgenden Kommando feststellen:

```
root# testparm -s | grep "guest account"
guest account = nobody
```

Damit Windows-Clients tatsächlich auf das Verzeichnis `public` zugreifen können, muss also sichergestellt sein, dass es den Benutzer `nobody` gibt und dass das Verzeichnis `/data/public` für `nobody` zugänglich ist. Mit der Option `guest account` können Sie das Verzeichnis auch einem beliebigen anderen Linux-Account zuordnen.

Verzeichnis mit Passwort: Die folgenden Zeilen stellen den Versuch dar, mit Samba ein passwortgeschütztes Verzeichnis zu definieren, wie dies bei der Share-Level-Sicherheit üblich ist. Das Problem besteht darin, dass Sie dieses Passwort nicht einfach angeben können. Stattdessen müssen Sie das Verzeichnis einem Linux-Account zuordnen – hier also `dummy1`. Mit `smbpasswd` bestimmen Sie ein Passwort für `dummy1`. Genau dieses Passwort sichert den Zugang zum Verzeichnis `readwrite` jetzt ab.

Wenn ein Client auf das Verzeichnis zugreifen möchte, versucht Samba zuerst eine Authentifizierung für den Benutzernamen und das Passwort. Gelingt dies, erfolgt der Zugriff auf das Verzeichnis unter diesem Account. Gelingt dies dagegen nicht (beim Share-Level-Modell ist das der Regelfall), wird das übergebene Passwort mit dem des Benutzers `dummy1` verglichen. Ist das Passwort korrekt, wird der Zugang auf das Verzeichnis gewährt. (In Wirklichkeit erfolgt die Login-Authentifizierung in fünf Stufen – die Details finden Sie in der Beschreibung zu `smb.conf`.) Die Option `browseable` bewirkt, dass das Verzeichnis auf dem Client-Rechner sichtbar ist, bevor noch ein Zugang gewährt wird.

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf (Share Level, Teil 2)
[readwrite]
    path = /data/readwrite
    writeable = True
    user = dummy1
    browseable = True
```

Generell ist Samba denkbar ungeeignet, um Objekte auf Share-Level-Ebene freizugeben. Sie sollten `security = share` eigentlich nur dann verwenden, wenn Sie sämtliche Objekte (Verzeichnisse, Drucker) ohne Passwort freigeben möchten.

User-Level-Sicherheit

Home-Verzeichnisse: Die User-Level-Sicherheit entspricht eher dem Linux-Sicherheitsmodell und ist insofern viel leichter nachzuvollziehen. Eine Standardeinstellung für viele Samba-Server sieht so aus:

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf (User Level, Teil 1)
[global]
    workgroup = SOL
    security = User
    encrypt passwords = Yes
[homes]
    writeable = True
    browseable = False
```

Die Gruppe `[homes]` nimmt eine Sonderstellung ein. Damit wird das Home-Verzeichnis des gerade aktiven Benutzers unter dessen Namen sichtbar. Die drei Zeilen ersparen Ihnen also eine endlose Liste von Einzeleinträgen in der Art:

```
[peter]
    writeable = True
    user = peter
```

Die Option `browseable = False` bewirkt nicht (wie man vielleicht glauben könnte), dass der Benutzer sein Verzeichnis sieht. Sie verhindert nur, dass das Verzeichnis nicht doppelt sichtbar ist, einmal unter dem jeweiligen Benutzernamen (etwa `peter`) und einmal als `homes`.

Ein Zugriff auf das Home-Verzeichnis ist nur möglich, wenn dieses existiert (der Pfad ist in `/etc/passwd` eingestellt) und dem jeweiligen Benutzer auch gehört. Eine weitere Voraussetzung besteht natürlich darin, dass in `smb.conf` ein Passwort für den Nutzer angegeben ist.

Trotz dieser Einschränkungen kann es ein Sicherheitsrisiko sein, den Zugriff auf das Home-Verzeichnis generell zu erlauben. Wenn es Benutzer gibt, denen Sie den Zugriff verwehren möchten, können Sie diese mit der Option `invalid users` aufzählen.

Falls Sie möchten, dass die Benutzer nicht auf Ihr Home-Verzeichnis, sondern auf ein anderes Verzeichnis zugreifen, hilft das Schlüsselwort `path` weiter. Mit der folgenden Anweisung wird statt des in `/etc/passwd` eingestellten Verzeichnisses `/data/samba-home/name` verwendet. (%u wird also durch den Linux-Benutzernamen ersetzt.)

```
path = path=/data/sambahome/%u
```

Wenn Sie ein Verzeichnis für alle Benutzer freigeben möchten, tragen Sie es in `smb.conf` folgendermaßen ein (entscheidend ist die Zeile `guest ok`):

```
[fueralle]
path = /data/share
guest ok = yes
read only = yes
```

Gruppenverzeichnisse: Das Home-Verzeichnis ist immer nur für einen bestimmten Benutzer zugänglich. Oft werden aber auch Verzeichnisse benötigt, auf die mehrere Mitglieder einer Gruppe gemeinsam zugreifen können. Um das zu bewerkstelligen, müssen Sie zuerst den Linux-Account dieser Mitglieder einer Gruppe zuordnen (siehe auch Seite 215). Anschließend können Sie in `smb.conf` ein Verzeichnis definieren, das alle Mitglieder der Gruppe nutzen können. Dabei meint die Schreibweise `@name` alle Mitglieder dieser Gruppe. (Sie ersparen sich so, die Mitglieder namentlich aufzuzählen, was natürlich auch möglich wäre.)

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf (User Level, Teil 2)
[salesdata]
path = /data/sales
writeable = True
browseable = True
user = @sales
create mask = 0770
directory mask = 0770
```

Beim Zugriff auf Gruppenverzeichnisse ist die richtige Einstellung der Zugriffsrechte von Dateien und Verzeichnissen besonders wichtig. Das gilt auch für Dateien, die von Mitgliedern der Gruppe neu erstellt werden. Die zwei `mask`-Optionen stellen sicher, dass auch von Gruppenmitgliedern neu erstellte Dateien und Verzeichnisse von allen anderen Gruppenmitgliedern bearbeitet werden können. (Die Zahl entspricht dem `chmod`-Wert – siehe Seite 925.)

Netzwerkdrucker

Samba kann auch verwendet werden, um Zugang zu Linux-Druckern zu gestatten. Die Konfiguration ist denkbar einfach (setzt aber natürlich voraus, dass Sie den Drucker vorher schon für die lokale Verwendung konfiguriert haben – siehe Seite 401).

Wenn Sie allen in `smbpasswd` aufgeführten Benutzern Zugang zu allen in `/etc/printcap` genannten Druckern erlauben möchten, sehen die entsprechenden Zeilen in `smb.conf` so aus:

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf
# (Zugriff auf alle Drucker in /etc/printcap)
[global]
    printing = BSD

[printers]
    printable = True
    path = /var/spool/samba
    browseable = False
```

Die `printing`-Zeile gibt an, welches Drucksystem auf dem Server installiert ist. Samba unterstützt unter anderem die folgenden Systeme:

LPD (BSD): `printing = BSD`

LPRng: `printing = LPRng`

CUPS: `printing = CUPS`

`browsable = False` bewirkt, dass nur die Drucker, nicht aber das Verzeichnis `printers` sichtbar sind. Der Pfad wird für temporäre Druckdateien verwendet. Alle Benutzer müssen das Recht haben, in diesem Verzeichnis zu schreiben – sonst ist kein Ausdruck möglich!

HINWEIS

Falls Ihr Drucker kein PostScript-Drucker ist, sollten Sie auf der Client-Seite den geeigneten Windows-Druckertreiber verwenden (etwa für einen HP-Laser-Jet). Auf der Server-Seite müssen Sie eine Warteschlange definieren, die die Daten dann ungefiltert an den Drucker weiterleitet.

Es ist nicht sinnvoll (wie dies in einem reinen Linux-Netzwerk möglich ist), den Drucker clientseitig als PostScript-Drucker anzusprechen und die PostScript-Daten auf dem Server in das Format des Druckers umzuwandeln. Der Grund: `ghostscript` kommt mit dem von Windows erzeugten PostScript-Code meistens nicht zurecht (siehe auch Seite 806).

Ab Version 2.2 bietet Samba die Möglichkeit, auch die Druckertreiber-Dateien zu verwalten, um deren Installation auf der Client-Seite zu vereinfachen. Dazu müssen Sie in `smb.conf` ein Share-Verzeichnis mit dem Namen `[print$]` einrichten, das auf Verzeichnisse mit den Installationsdateien verweist. Im Detail ist die Vorgehensweise in einem eigenen HOWTO zu diesem Thema beschrieben.

Wenn Sie nicht alle Drucker, sondern nur einen bestimmten Drucker freigeben möchten, sind folgende Zeilen erforderlich. Das Beispiel geht davon aus, dass die Warteschlange dieses Druckers in `/etc/printcap` den Namen `raw` hat, bei den Samba-Clients aber unter dem Namen `hp3` sichtbar sein soll.

```
# /etc/smb.conf oder /etc/samba/smb.conf
# (Zugriff auf den Drucker raw unter dem Namen hp3)
[hp3]
    printable = Yes
    printer = raw
    path = /var/spool/samba
```

Falls Sie bei Share-Level-Sicherheit allen Benutzern (auch ohne Passwort) die Berechtigung zum Ausdruck geben möchten, fügen Sie die Zeile `guest ok = Yes` hinzu.

19.13 Sicherheit, Firewalls

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie mit minimalen Mitteln (ein alter 486er-PC reicht) Ihr lokales Netz mit einer Firewall vom Internet trennen. Die vorgestellte Lösung ist weder perfekt noch vollkommen sicher, aber sie ist besser als gar kein Schutz.

Der Ausgangspunkt für die Überlegungen in diesem Kapitel ist ein kleines lokales Netz, in dem ein (Linux-)Rechner den Internet-Zugang herstellt und diesen Zugang an die anderen Rechner via Masquerading weitergibt (siehe auch Abbildung 19.1 auf Seite 764).

Andere Szenarien werden hier nicht berücksichtigt. Das gilt insbesondere für den Fall, dass Sie selbst einen öffentlich erreichbaren Internet-Server betreiben (HTTP, FTP, News etc.). Hier muss der Internet-Server außerhalb der Firewall betrieben werden (in einer so genannten demilitarisierten Zone, kurz DMZ), und viele Konfigurationsdetails sehen anders aus als hier beschrieben.

VORSICHT

Das Thema Sicherheit hat in diesem Buch den Charakter einer Fußnote. Dieser Umstand ergibt sich aus der Zielgruppe des Buchs und den Platzbeschränkungen. Das Ziel dieses Abschnitts ist es auch gar nicht, Ihnen auf zehn Seiten alles über Linux-Sicherheit zu vermitteln. Das ist unmöglich und erfordert ein Buch für sich (leider!). Das vorrangige Ziel ist es vielmehr, in Ihnen das Bewusstsein für dieses Thema zu wecken und Ihnen eine erste Vorstellung zu vermitteln, wie die Sicherheit in Netzen vergrößert werden kann und was eine Firewall eigentlich ist.

Warnung 1: Die folgenden Informationen (und generell in diesem Buch) sind nicht ausreichend, um ein Linux-System oder -Netzwerk gegen einen ernst zu nehmenden Angriff abzusichern.

Warnung 2: Noch gefährlicher als ein unsicheres System ist der Glaube, das eigene System sei sicher. Lesen Sie weiter bei Warnung 1!

Einführung

Arten von Sicherheit

Der Begriff Sicherheit ist sehr weitläufig. Dazu gehört:

- Sicherheit vor Datenverlust: Eine defekte Festplatte ist immer noch die wahrscheinlichste Ursache für den Verlust von Daten. Abhilfe schaffen nur regelmäßige Backups.
- Sicherheit vor zerstörerischen Programmen und Viren: Das ist unter Linux insofern ein kleineres Problem, als Viren-Programmierer einerseits Windows-Systeme bevorzugen und Linux/Unix andererseits (bei vernünftiger Verwendung) vergleichsweise schwer durch Viren beeinträchtigt werden kann. 'Vernünftige Verwendung' bedeutet insbesondere, dass Sie ein unbekanntes Programm nicht als `root` starten. Generell sollten Sie nur als `root` arbeiten, wenn das unbedingt notwendig ist.
- Sicherheit vor unliebsamen Inhalten (Web-Filter): Gerade wenn ein Internet-Zugang für Schulen oder ähnliche Einrichtungen hergestellt wird, gibt es oft den Wunsch, bestimmte Inhalte des Internets (z. B. pornografische Seiten) zu sperren. Der Wunsch ist leichter ausgesprochen als erfüllt. Zwar ist die Sperrung einzelner Websites mit einem Webproxy leicht möglich, aber aufgrund der dynamischen Natur des Internets und der vielen alternativen Kommunikationsmöglichkeiten (News, Chat etc.) greifen derartige Lösungen zwangsläufig zu kurz. Andererseits ist ein unvollkommener Schutz immer noch besser als gar keiner (ein Grundsatz, der für alle Sicherheitsaspekte gilt).
- Absicherung privater Daten innerhalb des lokalen Netzes: Nicht jeder Benutzer im lokalen Netz soll alle Daten sehen, geschweige denn verändern können. Dieser Punkt betrifft vor allem die richtige Verwaltung von Benutzerrechten (auch bei NFS, Samba, FTP etc.) und den konsequenten Einsatz von nichttrivialen Passwörtern.
- Absicherung aller Daten vor fremden Zugriffen: Das Internet ist keine Einbahnstraße. Während aus dem lokalen Netz heraus ein Zugang zum Internet möglich ist, kann ein potenzieller Angreifer von außen auch versuchen, auf Daten Ihres Rechners bzw. Ihres Netzwerks zuzugreifen, und diese eventuell sogar verändern.

Dieser Abschnitt beschränkt sich bei der Behandlung des Themas Sicherheit einzig auf die letzte Facette.

Ein guter Startpunkt zum Thema Sicherheit und Linux ist das Security-HOWTO. Geradezu erschlagen von Informationen werden Sie im Internet. Die folgenden Adressen sind ein guter Startpunkt:

<http://linuxsecurity.com/>
<http://www.cert.org/>
<http://www.w3.org/Security/>
<http://www.linuxgazette.com/issue46/pollman.html>
<http://lwn.net/> (wöchentliche Zusammenfassung)
<http://www2.little-idiot.de/firewall/> (in deutscher Sprache!)

Außerdem sollten Sie natürlich regelmäßig einen Blick auf die Sicherheitsseiten Ihrer Distribution werfen. Dort finden Sie auch sicherheitsrelevante Updates.

Firewalls

Der übliche Weg, ein Netzwerk vor Zugriffen aus dem Internet zu schützen, ist eine so genannte Firewall. Dieser Begriff ist zwar allgegenwärtig, es gibt aber keine allgemein akzeptierte Definition dafür.

- Der Begriff Firewall kann sich auf die Hardware beziehen: Dann ist damit meist ein Rechner gemeint, der die Schnittstelle zwischen dem lokalen Netz und dem Internet herstellt. Falls die Internet-Verbindung via Modem/ISDN/ADSL erfolgt, übernimmt die Firewall in den meisten Fällen auch die Steuerung des Internet-Zugangs. Umgekehrt stellen manche (ISDN- oder ADSL-)Router auch gleich elementare Firewall-Funktionen zur Verfügung.
- Oft wird mit Firewall aber auch ein (eventuell kommerzielles) Software-Paket bezeichnet, das auf dem Rechner installiert wird und das (bei korrekter Konfiguration) die Sicherheit verbessern soll. Gerade unter Unix/Linux bezieht sich der Software-Aspekt einer Firewall oft ausschließlich auf einen so genannten IP-Paketfilter. (Was ein Paketfilter ist, wird etwas weiter unten erklärt.)

Eine Firewall für den Privat-PC?

Bis vor kurzem wäre diese Frage eher absurd gewesen. Privat-PCs waren (wenn überhaupt) nur unregelmäßig und langsam mit einem Modem oder einer ISDN-Karte mit dem Internet verbunden. Nicht nur, dass ein derartiger Rechner ein eher unattraktives Ziel für einen Angreifer ist, wegen der Natur der Internet-Verbindung ist auch ein Angriff schwer möglich.

Mittlerweile ändert sich das Bild insofern, als auch im Privatbereich immer häufiger ADSL-Verbindungen oder TV-Kabel-Modems eingesetzt werden. Damit ist es (je nach Gebührenmodell) ohne weiteres möglich, dass ein PC den ganzen Tag ohne Unterbrechung mit dem Internet verbunden ist. Während dieses Zeitraums ist Ihr Rechner von außen unter der von Ihrem Provider zugewiesenen IP-Adresse erreichbar.

Das bedeutet natürlich noch nicht, dass ein Angreifer einfach eindringen kann. Aber er kann IP-Pakete an Ihren Rechner senden – z. B. mit `ping` –, und Ihr Rechner wird je nach Konfiguration antworten. (Das stellt noch kein Problem dar.) Wenn auf dem Rechner ein Telnet-Server läuft, kann der Angreifer versuchen, sich mit `telnet` einzuloggen. (Dazu muss er natürlich einen Benutzernamen und ein Passwort angeben – aber wenn Sie einfallslose Passwörter verwenden, führen oft schon ein paar Versuche zum Erfolg. Login-Versuche lassen sich auch automatisieren – dann werden eben der Reihe nach Tausende von Wörtern aus einem Wörterbuch ausprobiert.) Wenn Sie ein Windows-Netzwerk mit Share-Sicherheit ohne Passwort über das TCP/IP-Protokoll betreiben, können Windows-Verzeichnisse unter Umständen ohne Passwort vom Internet aus gelesen werden!

Privatanwender haben naturgemäß meist keine Vorstellung von Sicherheitsaspekten. Daher stehen zu solchen Rechnern oft sprichwörtlich Tür und Tor offen. Auf der anderen Seite (also auf der des Angreifers) stehen dagegen professionelle und kostenlose Werkzeuge zur Verfügung, mit denen Angreifer ganze IP-Adressbereiche automatisch nach

offensichtlichen Sicherheitslöchern durchsuchen können. Die Anwendung dieser Werkzeuge erfordert nur ein relativ geringes Wissen.

Vielleicht wenden Sie jetzt ein, dass sich auf Ihrem Rechner ohnedies keine Daten befinden, die irgend jemanden interessieren könnten. Das mag zutreffen. Allerdings hat nicht jeder Angriff das Ziel, Daten auszuspionieren oder diese gar gezielt zu manipulieren. Oft handelt es sich einfach um ein 'Spiel' technikbegeisterter Jugendlicher. Letztlich ist es gleichgültig, ob Ihre Daten durch einen böswilligen Angriff oder durch ein eher spielerisches Experiment bedroht sind.

Konfiguration und Wartung eines einfachen Linux-Firewall-Rechners

Egal, ob Sie ein ganzes Netzwerk oder nur einen einzigen PC absichern möchten, im Idealfall sollten Sie einen eigenen PC als Firewall (und nur für diese Funktion!) einsetzen.

Das klingt teuer – ist es aber nicht. Die Linux-Netzwerkfunktionen sind so effizient, dass ein alter 486er PC mit 8 bis 16 MByte RAM und idealerweise einem CD-ROM-Laufwerk vollkommen ausreicht. (Das CD-ROM-Laufwerk erleichtert die Linux-Installation. Prinzipiell können Sie Linux auch über ein schon vorhandenes Netz installieren – dann sparen Sie auch das Laufwerk.) Sobald auf dem Rechner Linux installiert ist, benötigen Sie weder eine eigene Tastatur noch einen Monitor. Die Wartung des Rechners können Sie von einem anderen Rechner via `telnet` oder `ssh` durchführen. Wenn Sie nicht ohnedies einen derartigen Rechner im Keller stehen haben, bekommen Sie ihn als Gebrauchtgerät für etwa 150 DM. Dazu kommen noch ein paar DM für zwei billige Netzwerkkarten.

Weniger ist mehr: Warum ist es sinnvoll, einen PC ausschließlich als Firewall zu verwenden? Generell ist jedes auf dem Rechner laufende Programm ein potenzielles Sicherheitsrisiko. Auf dem Firewall-Rechner können Sie sich auf das absolute Minimum beschränken – Sie benötigen eigentlich nur Netzwerkfunktionen und einen Editor zur Administration.

Wenn Sie den Rechner aber auch zum Arbeiten oder gar als Server einsetzen möchten, müssen Sie alle möglichen weiteren (Netzwerk-)Programme installieren. Je weniger Sie vom Thema Sicherheit verstehen, desto weniger können Sie abschätzen, welche Programme ein Risiko darstellen, wie sie sicher konfiguriert werden etc.

Die folgenden Hinweise gelten im Prinzip natürlich auch dann, wenn Sie den Rechner nicht nur als Firewall, sondern auch als Linux-Workstation verwenden möchten – aber Sie gehen dann einen Kompromiss zwischen Sicherheit und Funktion ein. Auch mein Netzwerk ist dafür ein Beispiel (siehe Abbildung 19.1 auf Seite 764): Dort laufen auf dem Firewall-Rechner auch DHCP- und DNS-Server.

Linux-Installation: Wählen Sie die kleinste Installationsvariante! Es ist einfacher, nachträglich ein oder zwei fehlende Pakete nachzuinstallieren, als herauszufinden, welche schon installierten Pakete aus Sicherheitsgründen wieder entfernt werden sollten. Verzichten Sie außerdem auf X! Linux lässt sich auch im Textmodus wunderbar administrieren, und gerade auf alter Hardware ist X quälend langsam.

Apache, Inn, Sendmail etc.: Bei manchen Distributionen wird der HTTP-Server Apache automatisch installiert – selbst bei einer Minimalinstallation. Der Grund besteht zumeist darin, dass das Hilfesystem darauf aufbaut. Deinstallieren Sie dieses Paket. Dasselbe gilt für eventuell installierte News-Server (meist Inn).

Nicht ganz so eindeutig ist die Sache bei einem Mail-Server (meist Sendmail). Eine ganze Reihe von Systemdiensten – auch solche, die zur Überwachung von Sicherheitsfunktionen dienen – versenden Nachrichten an `root`, wenn Fehler auftreten. Insofern ist es praktisch, wenn die lokale Mail-Zustellung funktioniert. Andererseits kann ein ungewarteter und in der Default-Konfiguration betriebener Mail-Server durchaus ein zusätzliches Sicherheitsrisiko darstellen.

Dämonen-Kontrolle: Wenn Sie den Rechner so weit konfiguriert haben, testen Sie, welche Dämonen wirklich laufen. (Fast alle Dämonen sind am Endbuchstaben `d` zu erkennen.) Die folgenden Zeilen zeigen die Liste auf meinem Rechner.

```
root# ps -ax
  PID TTY          STAT TIME  COMMAND
    1 ?            S      0:03   init [2]
    2 ?            SW      0:00 [kflushd]
    3 ?            SW      0:00 [kupdate]
    4 ?            SW      0:00 [kpiod]
    5 ?            SW      0:00 [kswapd]
    6 ?            SW      0:00 [md_thread]
   84 ?            S       0:00 /usr/sbin/syslogd
   88 ?            S       0:04 /usr/sbin/klogd -c 1
  106 ?            S       0:00 /usr/sbin/named
  121 ?            S       0:00 /usr/sbin/inetd
  141 ?            S       0:00 /usr/sbin/cron
  145 ?            S       0:00 /usr/sbin/in.identd -e
  156 ?            S       0:00 /usr/sbin/dhcpd -q eth1
  ...
```

Vielleicht entdecken Sie auf Ihrem Rechner weitere Dämonen, deren Namen Sie nicht kennen. Machen Sie sich bitte die Mühe und stellen Sie fest, welche Funktion der Dämon erfüllt und ob diese Funktion tatsächlich erforderlich ist. Wenn nicht, deaktivieren Sie den Dämon durch Deinstallation oder indem Sie den entsprechenden Init-V-Link entfernen. (Dabei ist natürlich Vorsicht angebracht. Wenn Sie irrtümlich einen systemwichtigen Dämon entfernen, funktioniert Ihr Rechner unter Umständen nicht mehr wie gewünscht!)

IP-Paketfilter: TCP-Wrapper- und andere Server-Dienste sind zumeist das erste Ziel eines einfacheren Angriffs. Intellektuell schon raffinierter sind Angriffe, bei denen manipulierte IP-Pakete an Ihren Rechner gesandt werden. Ein einfaches Beispiel: In den IP-Paketen könnte vom Angreifer die Absenderadresse manipuliert worden sein, sodass die IP-Pakete so aussehen, als kämen sie aus dem lokalen Netz. Solche Pakete können unter bestimmten Umständen dazu genutzt werden, um Informationen auszuspionieren (und für Schlimmeres). Einen Schutz gegen solche Pakete können IP-Paketfilter darstellen, denen der gesamte nächste Abschnitt gewidmet ist.

Dial-on-Demand: Falls der Firewall-Rechner auch für den Internet-Zugang via PPP zuständig ist (in kleinen Netzen ist das der Regelfall), sollten Sie eine Dial-on-Demand-Konfiguration erwägen – selbst dann, wenn Ihnen Ihr Internet-Provider ohne Mehrkosten einen unbeschränkten Zugang gewährt. Der Verbindungsaufbau bei ISDN/ADSL ist so schnell, dass Dial-on-Demand keine nennenswerte Einschränkung darstellt. Es wird aber immer wieder vorkommen, dass längere Zeit kein Internet-Zugang benötigt wird. (Das gilt umso mehr, wenn der Firewall-Rechner nachts nicht ausgeschaltet wird.)

Vom Sicherheitsstandpunkt ist Dial-on-Demand ein deutlicher Vorteil gegenüber einer ununterbrochenen Verbindung. Zum einen erschweren die unregelmäßigen Verbindungszeiten einen möglichen Angriffsversuch, zum anderen weisen die meisten Provider Ihnen bei jedem Verbindungsaufbau eine andere IP-Nummer zu, was die Sache für den Angreifer zu einem Lotteriespiel macht. (Sie sind der Gewinner!)

Sicherheits-Updates: Beinahe täglich werden in diversen Netzwerk-Programmen (und zum Teil auch im Linux-Kernel selbst) Sicherheitsmängel oder Konfigurationsfehler entdeckt. Eine Firewall ist nur dann wirksam, wenn die erforderlichen Sicherheits-Updates durchgeführt werden. Das ist zweifellos lästig, aber unvermeidbar.

Logging-Dateien: Zur Wartung der Firewall zählt auch ein regelmäßiger Blick in die Logging-Dateien. Ein ganz deutliches Alarmzeichen wäre etwa die Häufung von *Failed-Login*-Einträgen.

Zugriff auf Internet-Dienste einschränken (inetd, xinetd)

In Abschnitt 19.6 ab Seite 792 wurden die Programme `inetd` und `xinetd` beschrieben. Diese Dämonen aktivieren bei Bedarf (d. h. wenn ein Client Daten an einen bestimmten IP-Port sendet) diverse Netzwerkprogramme, z. B. den FTP-Server, den Telnet-Server etc.

Die von `[x]inetd` verwalteten Server-Dienste sind oft das erste Ziel eines Angreifers. Dieser möchte feststellen, welche Server-Dienste überhaupt auf dem Rechner laufen, um diese dann nach bekannten Sicherheitsmängeln (oder auch ganz einfach nach fehlenden Passwörtern!) zu durchsuchen.

Das potenzielle Sicherheitsrisiko, das von `[x]inetd` ausgeht, lässt sich recht leicht entschärfen:

- Deinstallieren Sie nicht benötigte Server so weit wie möglich.
- Kommentieren Sie in `/etc/inetd.conf` alle Zeilen aus, mit denen Dienste gestartet werden, die Sie nicht benötigen (oder nicht kennen). Falls auf Ihrem Rechner `xinetd` läuft, entfernen Sie die entsprechenden Dateien in `/etc/xinetd.d` bzw. fügen Sie die Zeile `disable=yes` ein.
- Vermeiden Sie Telnet und setzen Sie stattdessen `ssh` ein. (`sshd` wird nicht durch `inetd` gesteuert – siehe Seite 797.)

- Möglicherweise sind jetzt keine Dienste mehr übrig, die durch `[x] inetd` verwaltet werden – dann deinstallieren Sie das Paket ganz. Andernfalls konfigurieren Sie für die verbliebenen Dienste `hosts.deny` und `hosts.allow` so, dass diese Dienste ausschließlich für lokale Benutzer verwendet werden dürfen.

/etc/hosts.deny: `all:all` verbietet generell jeden Start irgendeines von `[x] inet.d` verwalteten Dienstes. Das gilt auch für NFS, weil das Programm `portmap` ebenfalls `hosts.deny` und `hosts.access` auswertet. Die `spawn`-Anweisung bewirkt darüber hinaus, dass jeder Versuch, irgendeinen Dienst zu starten, in der Datei `/var/log/deny.log` protokolliert wird:

```
# /etc/hosts.deny
all:all : spawn (echo Attempt from %h %a to %d at $(date) \
                >> /var/log/deny.log)
```

/etc/hosts.allow: Falls Sie zur Wartung des Firewall-Rechners innerhalb des lokalen Netzes `telnet` verwenden (`ssh` wäre sicherer, siehe oben)), müssen Sie in `hosts.allow` eine Ausnahme durchführen, die die restriktive Einstellung in `hosts.deny` wieder etwas aufweicht. Das Beispiel geht davon aus, dass das lokale Netz im Adressraum `192.168.0.*` betrieben wird (Sie müssen die IP-Adresse natürlich entsprechend ändern):

```
# /etc/hosts.allow
in.telnetd : 192.168.0.0/255.255.255.0 : ALLOW
```

Nach demselben Muster können Sie natürlich auch andere Netzwerkdienste, die Sie zuerst global abgeschaltet haben, für das lokale Netz oder auch für einzelne Benutzer wieder aktivieren. Anschließend müssen Sie `[x] inetd` dazu auffordern, die Konfigurationsdateien neu einzulesen:

```
root# /etc/init.d/[i]netd reload
```

`deny.log` verrät Ihnen von nun an, wann wer versucht, in Ihren Rechner einzudringen. (Nicht jeder Versuch muss zwangsläufig einen Angriff darstellen. Vielleicht hat sich jemand bei der Eingabe einer IP-Adresse vertippt ...)

Paketfilter

Um IP-Paketfilter verstehen zu können, müssen Sie wissen, welche Eigenschaften IP-Pakete haben. Neben den eigentlichen Daten enthalten IP-Pakete (unter anderem) vier wesentliche Informationen: Absender-IP-Adresse, Absenderport, Zieladresse und Zielport. Diese Daten geben an, woher das Paket kommt und wohin es gehen soll.

IP-Adresse und -Port: Die Bedeutung der IP-Adresse sollte klar sein (siehe Kapitel 14). IP-Ports werden dazu verwendet, um verschiedene Dienste zu identifizieren. Beispielsweise wird zur Anforderung eines WWW-Dokuments üblicherweise der Port 80 verwendet. Bei Port-Nummern handelt es sich um 16-Bit-Zahlen. Die Ports bis 1024 gelten als

privilegiert und sind für Server-Dienste reserviert (z. B. für den HTTP-Server). Die verbleibenden Ports können an sich von Clients eingesetzt werden, allerdings gibt es auch hier eine Reihe von Nummern, die nicht verwendet werden sollten, weil sie oft schon für bestimmte Zwecke reserviert sind.

Zu vielen IP-Port-Nummern sind in `/etc/services` Alias-Namen definiert. Die folgende Tabelle führt die wichtigsten Portnummern mit den üblicherweise gültigen Namen (soweit verfügbar) und einer kurzen Erklärung auf.

Wichtige IP-Ports

Name	Protokollnummer	
ftp	20, 21	FTP
ssh	22	SSH
telnet	23	Telnet
smtp	25	E-Mail
domain	53	DNS
bootps	67	DHCP
bootpc	68	DHCP
http	80	Web
pop3	110	E-Mail
auth	113	Identifizierung (ident)
nnrp	119	News
ntp	123	Zeit (Network Time Protocol)
netbios-ns	137	Microsoft/Netbios Name Service
netbios-dgm	138	Microsoft/Netbios Datagram Service
netbios-ssn	139	Microsoft File Sharing (SMB, Samba)
imap	143	E-Mail
https	443	Web
printer	515	Drucken mit LPD/LPR
ipp	631	Drucken mit IPP/CUPS
	888	freedb (CD-Datenbank)
swat	901	Samba-Administration
	1000	Webmin bei Caldera Linux
	1433	Microsoft SQL Server, MSDE
nfs	2049	NFS
	3128	Default-Port von squid (Web-Proxy)
mysql	3306	MySQL Datenbank-Server
	5999-6003	X-Display
	7100	X-Font-Server
	7741	lisa, RLAN
	8080	WWW-Proxy (Web)
	8880	freedb (CD-Datenbank)
	9100	HP-JetDirect-Netzwerkdrucker
	10000	Webmin

TIPP

Mit dem Kommando `netstat -a` können Sie feststellen, welche IP-Ports zurzeit verwendet bzw. von `[x] inetd` überwacht werden.

IP-Protokolle: Es gibt unterschiedliche Protokolle für IP-Pakete: Die meisten Internet-Dienste verwenden TCP. Dieses Protokoll verlangt eine Bestätigung des Empfangs. Es gibt aber auch Protokolle, die keine derartige Bestätigung erwarten, nämlich ICMP (wird z. B. von ping verwendet) und UDP (wird z. B. von DNS und NFS verwendet).

HINWEIS

Kurz eine Zusammenstellung der wichtigsten Abkürzungen aus den vorigen Absätzen:

DNS:	Domain Name Service
HTTP:	Hypertext Transfer Protocol
ICMP:	Internet Control Message Protocol
IP:	Internet Protocol
NFS:	Network File System
TCP:	Transmission Control Protocol
UDP:	User Datagram Protocol

IP-Paketfilter: IP-Pakete können durch lokale Programme erzeugt oder von außen – also über Netzwerk- oder PPP-Schnittstellen – in den Rechner kommen. Es liegt nun am Kernel zu entscheiden, was mit den Paketen passieren soll. Kurz gesagt kann dieser die Pakete verwerfen oder an laufende Programme bzw. an andere Schnittstellen weiterleiten. Dabei können als mögliche Entscheidungskriterien alle oben beschriebenen Paketmerkmale dienen.

Um einen Paketfilter zu realisieren, bedarf es also einer Möglichkeit, dem Kernel Regeln mitzuteilen, wie er mit bestimmten IP-Paketen verfahren soll. Sowohl die interne Verwaltung dieser Regeln als auch die Kommandos zur Definition bzw. Veränderung der Regeln haben sich in den letzten Jahren mit jeder Kernel-Version grundlegend geändert. Dieses Kapitel berücksichtigt nur die Kommandos `ipchains` (Kernel 2.2, siehe Seite 838) und `iptables` (Kernel 2.4, siehe Seite 848).

Konfigurationshilfen – Paketfilter per Mausklick?

Die Definition eines IP-Paketfilters ist eine ziemlich komplexe Angelegenheit. Aus diesem Grund versuchen immer mehr Distributionen, dem Anwender diese Arbeit abzunehmen. Mit komfortablen Konfigurationswerkzeugen können Sie quasi auf Knopfdruck eine einfache Firewall einrichten – zum Teil bereits während der Installation.

Auf den ersten Blick erscheinen diese Konfigurationswerkzeuge eine gute Idee zu sein – und tatsächlich bietet selbst ein einfacher Paketfilter immer noch deutlich mehr Schutz als gar keiner. Das Problem liegt eher in der Durchführung: Der so definierte Paketfilter ist gewissermaßen eine 'Black Box'. Wenn die Wirkung des Filters überhaupt dokumentiert ist, dann sehr dürftig. Der Anwender weiß also weder, wogegen ihn der Filter

schützt, noch, welche Nebenwirkungen der Filter hat. Da kann es schon passieren, dass nach tagelangem Suchen, warum das Drucken im Netzwerk unmöglich ist, schließlich der Paketfilter als Ursache entdeckt wird. Der Versuch, den Paketfilter nun entsprechend anzupassen, wird aufgrund der mangelhaften Dokumentation und der geringen Flexibilität der Konfigurationsfilter aller Voraussicht nach scheitern.

Red Hat: Während der Installation von Red Hat 7.1 und 7.2 können Sie zwischen drei Sicherheitsstufen auswählen (siehe auch Seite 1209). Der Filter wird auf der Basis von `ipchains` eingerichtet:

Regeldatei: `/etc/sysconfig/ipchains`
Init-V-Script: `/etc/init.d/ipchains`

Wenn Sie den Paketfilter nach der Installation ändern möchten, können Sie dazu das Textkommando `lokit` oder den Gnome-Assistenten `gnome-lokit` einsetzen. Genau genommen verändern diese Programme den Paketfilter nicht, sondern erstellen ihn vollkommen neu. Die Grundidee besteht darin, die IP-Ports 0-1023 mit einigen Ausnahmen komplett zu blockieren. Wenn Sie den Paketfilter vorübergehend abschalten möchten, führen Sie folgendes Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/ipchains stop
```

Zusammen mit Red Hat Linux erhalten Sie mit `firewall-config` ein weiteres Firewall-Konfigurationsprogramm. Dieses ist zu `lokit` inkompatibel und kann dessen Dateien nicht interpretieren oder verändern. Es ermöglicht die Definition beliebig komplexer Firewalls, erfordert dabei aber dasselbe Wissen wie bei einer manuellen Konfiguration (siehe den nächsten Abschnitt).

HINWEIS

Red Hat sieht auch ein Init-V-Script für `iptables` vor. Dieses Script wertet die Datei `/etc/sysconfig/iptables` aus, sofern diese Datei existiert. In der Defaulteinstellung ist das aber nicht der Fall.

Mandrake: Diese Distribution sieht ein laut *User Guide* vielversprechendes Sicherheitskonzept auf der Basis des Programmpakets `Bastille` vor (siehe auch www.bastille-linux.org). Teil dieses Konzepts ist ein Paketfilter auf der Basis von `iptables`. Bei Mandrake 8.0 befinden sich die relevanten Dateien an den folgenden Orten:

Start-Script: `/etc/init.d/bastille-firewall`
Paketregeln: `/sbin/bastille-netfilter`
Konfiguration: `/etc/Bastille/bastille-firewall.cfg`

Zur nachträglichen Veränderung der Sicherheitsstufen kann das Mandrake-Kontrollzentrum verwendet werden. Außerdem ist ab Mandrake 8.1 das Programm `Interactive-Bastille` zur Detailkonfiguration vorgesehen – Tests dieses Programms mit Mandrake 8.1 scheiterten aber. Schließlich gibt es ein Firewall-Modul im Kontrollzentrum (`tiny-firewall`), das aber inkompatibel zu `Bastille` zu sein scheint.

Generell hinterließ das gesamte Sicherheitssystem einen noch unausgereiften Eindruck. Vertrauen Sie nicht blind der Dokumentation, sondern überprüfen Sie, ob die versprochenen Sicherheitseinstellungen tatsächlich durchgeführt wurden. (Das ist leider nicht immer der Fall. Bei einem Test wurde nicht einmal das erforderliche `iptables`-Paket installiert.)

SuSE: Auch SuSE sieht in Version 7.2 zwei Firewall-Pakete vor, die per Default auch installiert (aber nicht aktiviert) werden: `SuSEfirewall` und als Ergänzung `personal-firewall`. Beide Pakete basieren auf `ipchains`. YaST-Konfigurationshilfen gibt es erst erst ab SuSE 7.3.

`SuSEfirewall` ist als universeller Paketfilter gedacht, um einen Netzwerk-Server, Internet-Router etc. abzusichern. Die Konfiguration erfolgt über die beiden Dateien `/etc/rc.config.d/firewall.rc.config` und `./firewall-custom.rc.config` (für eigene Anpassungen). Die Anpassung dieser Konfigurationsdateien erfordert allerdings erhebliches Grundwissen über die Natur von Paketfiltern. Damit die Firewall bei jedem Rechnerstart automatisch aktiviert wird, muss in `/etc/rc.config` die Variable `START_FW` auf `yes` gestellt werden.

`personal-firewall` ist dazu gedacht, einen Einzelrechner beim Aufbau einer Internet-Verbindung gegen jeden Zugang von außen abzusichern. Gleichzeitig kann damit das Masquerading aktiviert werden, damit die Internet-Verbindung von mehreren Rechnern benutzt werden kann. (Laut Dokumentation kann das Paket auch in Ergänzung zu `SuSEfirewall` verwendet werden, aber das wird eher selten sinnvoll sein.) Die Konfiguration erfolgt durch `/etc/rc.config.d/security.rc.config`, wobei dort nur eine einzige Variable verändert werden muss (siehe die Kommentare in der Datei). Der Paketfilter wird automatisch durch das Script `/etc/ppp/ip-up` aktiviert.

ipchains-Grundlagen

Kernel 2.2 verwendet so genannte `ipchains` zur Paketfilterung. Unter Kernel 2.4 können Sie `ipchains` normalerweise ebenfalls verwenden, weil dieses Filtersystem aus Kompatibilitätsgründen weiterhin unterstützt wird.

Abbildung 19.6 veranschaulicht, welche Wege die Pakete innerhalb des Filtersystems gehen können. Programme, die IP-Pakete auf dem lokalen Rechner verarbeiten bzw. selbst neue IP-Pakete erzeugen (also z. B. alle Netzwerkdienste), werden dabei durch die Box *Local Process* symbolisiert.

Bei vielen Firewall-Abbildungen sehen Sie links das (gefährliche) Internet, dann die Firewall und rechts das (sichere) lokale Netz. Abbildung 19.6 entspricht nicht diesem Schema! Die Pakete, die links in den Rechner kommen, stammen sowohl aus dem lokalen Netz als auch aus dem Internet. *Input* bezieht sich auf die Netzwerk-Interfaces des Firewall-Rechners, nicht auf die Logik des gesamten Netzes! Ebenso meint *Output* alle Pakete, die den Firewall-Rechner verlassen – egal, ob diese Pakete jetzt in das lokale Netz oder in das Internet fließen.

Für die Weiterleitung von Paketen – egal, ob diese von einer Netzwerkschnittstelle kommen oder von einem lokalen Programm erzeugt wurden – ist der Kernel zuständig. Dieser hat dabei in den unterschiedlichen Stufen des Filtersystems jeweils drei Alternativen:

- *Deny*: Die Weiterleitung des Pakets wird ohne Rückmeldung abgelehnt. (Das Paket wird damit gewissermaßen gelöscht. Es existiert nicht mehr weiter.) Der Sender erfährt nie, was mit seinem Paket passiert ist.
- *Reject*: Die Weiterleitung wird mit einer Rückmeldung abgelehnt. Die Folgen für das Paket sind dieselben, allerdings bekommt der Sender durch ein (anderes) ICMP-Paket die Nachricht, dass sein Paket abgelehnt wurde.
- *Accept*: Das Paket wird weitergeleitet.

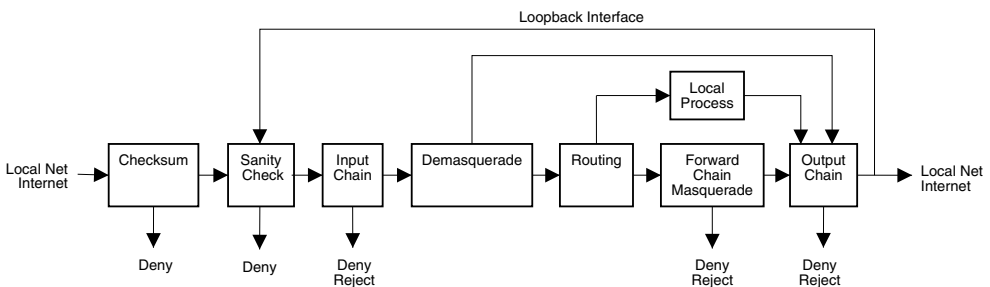


Abbildung 19.6: IP-Filterung im Kernel 2.2

Die folgende Liste beschreibt ganz kurz die Stationen eines IP-Pakets im Kernel:

- *Checksum*: Bei von außen kommenden Paketen wird die Prüfsumme des IP-Pakets kontrolliert. Ist diese falsch, wird das Paket kommentarlos gelöscht.
- *Sanity Check*: Pakete, die nicht den Regeln des Internet Protocols entsprechen, werden ebenfalls gelöscht. (Gewissermaßen ist das ein Syntax-Test.)
- *Input Chain*: Anhand einer Reihe von Regeln wird getestet, ob das Paket zur weiteren Verarbeitung durch den Kernel akzeptiert wird oder nicht.
- *Demasquerade*: Falls das Paket maskiert ist, wird es demaskiert. Maskierte Pakete gelangen nur dann in den Rechner, wenn der Rechner als Masquerading-Internet-Gateway verwendet wird (siehe Seite 766). Maskierte Pakete stellen die Antwort auf Internet-Anfragen eines Rechners Ihres lokalen Netzes dar. Der Kernel muss nun entscheiden, welcher Rechner die Anfrage initiiert hat. Die IP-Adresse des Pakets wird entsprechend geändert (das Paket wird also demaskiert). Dann wird es zur Weiterleitung an das lokale Netz an die Output Chain übergeben.
- *Routing*: Anhand der IP- und Port-Adresse entscheidet der Kernel, ob das Paket lokal bearbeitet werden soll oder ob es an einen anderen Rechner (sei es im lokalen Netz oder auch im Internet) weitergeleitet werden soll.
- *Local Process*: Diese Box symbolisiert gewöhnliche Netzwerkprogramme auf dem lokalen Rechner (z. B. Sendmail, Apache, der Telnet-Dämon etc.) sowie vom Kernel selbst realisierte Netzwerkfunktionen (etwa NFS).

- *Forward Chain*: Anhand einer Reihe von Regeln wird getestet, ob das Paket zur Weiterleitung akzeptiert wird oder nicht. An dieser Stelle wird auch das Masquerading durchgeführt. (Die *Forward Chain* gilt ausschließlich für Pakete, die durch den Rechner nur durchgeschleust werden. Sie gilt nicht für Pakete, die lokal erzeugt oder lokal verarbeitet werden.)
- *Output Chain*: Eine dritte Liste von Regeln entscheidet, ob das Paket den Kernel verlassen darf oder ob es gelöscht wird.

HINWEIS

Abbildung 19.6 veranschaulicht sehr gut die Rolle des Loopback-Interface, das in Kapitel 14 erstmals erwähnt wurde. Selbst wenn der Rechner nicht an ein externes Netz angeschlossen ist, kann ein lokaler Prozess ein IP-Paket erzeugen. Dieses durchläuft den Kernel, das Loopback-Interface und wird schließlich einem anderen Prozess übergeben. Wenn Sie etwa `telnet localhost` ausführen, kommunizieren die Prozesse `telnet` (Client) und `telnetd` (Server) auf diesem Weg miteinander.

ipchains-Filter

Es gibt drei Orte, an denen Sie in die Paketweiterleitung eingreifen können: an der *Input*-, der *Forward*- und der *Output-Chain*. Das ganze Geheimnis einer Paketfilter-Firewall besteht also darin, für diese drei Kernel-Komponenten die richtigen Regeln zu definieren. Die Summe dieser Regeln wird als Filter bezeichnet. (Bei einem Rechner ohne Firewall-Konfiguration werden an diesen drei Komponenten einfach alle Pakete durchgelassen. Es gibt also keine Default-Regeln.)

Mit dem Kommando `ipchains` können Sie derartige Regeln definieren. Das Prinzip lässt sich am einfachsten anhand eines Beispiels demonstrieren. Das Beispiel geht davon aus, dass die Beispielregel auf dem Rechner `jupiter` (192.168.0.1) definiert wird. Rechner `uranus` wird verwendet, um die Regel zu testen. Beginnen Sie damit, dass Sie prüfen, ob das lokale Netz zwischen `uranus` und `jupiter` funktioniert:

```
root@uranus# ping -c 1 jupiter
PING jupiter.sol (192.168.0.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.1: icmp_seq=0 ttl=255 time=1.428 ms
...
1 packets transmitted, 1 packets received, 0% packet loss
```

Nun definieren Sie auf dem Rechner `jupiter` die folgende Regel: Weise alle ICMP-Pakete zurück, die von `uranus` (also von 192.168.0.2) stammen. (ICMP wird von `ping` verwendet.)

```
root@jupiter# ipchains -A input -s 192.168.0.2 -p icmp -j DENY
```

Wiederholen Sie nun auf `uranus` den ursprünglichen `ping`-Test. Sie werden feststellen, dass `jupiter` nicht mehr antwortet (obwohl beispielsweise eine `Telnet`-Verbindung zu `jupiter` noch immer funktioniert).

```
root@uranus# ping -c 1 jupiter
PING jupiter.sol (192.168.0.1): 56 data bytes
...
1 packets transmitted, 0 packets received, 100% packet loss
```

Um die Regel auf `jupiter` wieder zu löschen, führen Sie noch ein `ipchains`-Kommando aus, diesmal aber mit der Option `-D` (delete) statt `-A` (add).

```
root@jupiter# ipchains -D input -s 192.168.0.2 -p icmp -j DENY
```

ipchains-Syntax

Die folgende Übersicht zählt nur die allerwichtigsten Syntaxoptionen auf! Eine vollständige Beschreibung von `ipchains` finden Sie in der sehr ausführlichen Manualseite sowie im IPChains-HOWTO.

ipchains -P input/output/forward policy

`ipchains -P` (policy) bestimmt das Defaultverhalten für eine Filterliste. Statt `policy` müssen Sie `ACCEPT`, `REJECT` oder `DENY` angeben. `ipchains -P output DENY` bedeutet also, dass keine IP-Pakete den Rechner verlassen dürfen. (Anschließend müssen Ausnahmeregeln zu diesem Defaultverhalten definiert werden.)

Grundsätzlich gibt es daher zwei Strategien beim Filterentwurf: alles verbieten und dann Ausnahmen erlauben, oder alles erlauben und Ausnahmen verbieten. Naturgemäß ist der erste Ansatz der sicherere Weg. Wenn Sie einen Sonderfall vergessen, funktioniert ein Dienst nicht, aber das ist kein Sicherheitsrisiko. Allerdings passiert es leicht, dass Sie zu viel verbieten, und die Teilnehmer im lokalen Netz werden sich bei Ihnen beschweren, was alles nicht mehr funktioniert (FTP, IRC, MP3-Streaming etc.).

ipchains -A input/output/forward optionen

`ipchains -A` (add) fügt eine neue Regel in eine der Filterlisten `input`, `output` oder `forward` ein. Generell gilt eine Regel für alle möglichen Fälle (z. B. für alle IP-Protokolle). Durch Optionen kann die Gültigkeit eingeschränkt werden. Die meisten Optionen können mit einem Ausrufezeichen auch verneint eingesetzt werden. Mit `-p udp` gilt eine Regel also beispielsweise nur für UDP-Pakete. Mit `-p !udp` gilt sie hingegen für alle Pakete außer für UDP-Pakete.

- d *ipadresse [port:port]*
gibt die Zieladresse und optional einen Port-Bereich an (destination).
- dport *port:port*
gibt den Port-Bereich für das Ziel an (ohne Adresse).
- s *ipadresse [port:port]*
gibt die Absenderadresse und deren Port-Bereich an (source).

- s *port:port*
gibt den Port-Bereich für den Absender an (ohne Adresse).
- p *protocol*
bestimmt das Protokoll (z. B. `tcp`, `udp` oder `icmp`).
- y gibt an, dass die Regel nur für solche TCP-Pakete gelten soll, bei denen das SYN-Bit gesetzt ist. Derartige Pakete werden dazu verwendet, um eine Verbindung zu initiieren (etwa für alle TCP-Wrapper-Funktionen, für HTTP etc.).
- i *interface*
gibt an, für welches Interface die Regel gelten soll (z. B. `eth0`, `lo` für das Loopback-Interface). Bei *Input*-Regeln ist das Interface gemeint, von dem die Pakete kommen. Bei *Forward*- und *Output*-Regeln ist das Interface gemeint, zu dem die Pakete fließen. Beim Interface-Namen ist das Sonderzeichen + als Platzhalter für alle Interface-Nummern erlaubt, also `ppp+` für `ppp0`, `ppp1` etc.
- j `ACCEPT/REJECT/DENY/. .`
gibt an, was mit dem Paket geschehen soll (normalerweise `ACCEPT`, `REJECT` oder `DENY`).

Daneben gibt es noch zwei seltener eingesetzte Varianten: `MASQ` aktiviert das Masquerading für alle von der Regel betroffenen Pakete. `REDIRECT port` leitet alle Pakete auf einen anderen Port um.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass Sie statt eines der fünf Schlüsselwörter eine selbst definierte Filterkette (siehe unten) angeben. In diesem Fall werden alle Regeln dieser Kette angewandt. (In der prozeduralen Programmierung würde das einem Unterprogrammaufruf entsprechen.)

- l gibt an, dass Informationen über alle Datenpakete, die der Regel entsprechen, protokolliert werden (üblicherweise in `/var/log/messages`). Vorsicht, damit können Sie in kurzer Zeit sehr viele Protokolleinträge erzeugen (und gleichzeitig Ihr Netz massiv ausbremsen)!

ipchains -N userchain

`ipchains -N(new)` definiert eine neue, eigene Filterkette. Die Filterkette kann wie eine der drei vordefinierten Filterketten aufgebaut werden, d. h. Sie stellen mit `-P` das Defaultverhalten ein und definieren dann mit `-A` Regeln. Sie können Ihre eigene Filterkette dann in Regeln für die drei Standardfilterketten *Input*, *Output* oder *Forward* einsetzen (Option `-j`, siehe oben).

```
ipchains -L input/output/forward/userchain
```

`ipchains -L` (list) zeigt die Liste aller definierten Regeln an.

```
ipchains -D input/output/forward/userchain opts
```

`ipchains -D` (delete) löscht die angegebene Regel. Es müssen exakt dieselben Optionen wie bei der Definition durch `-A` angegeben werden.

```
ipchains -F input/output/forward/userchain
```

`ipchains -F` (flush) löscht alle Regeln aus der angegebenen Filterkette. Wird keine Filterkette angegeben, werden alle Regeln aller Filterketten gelöscht.

```
ipchains -X userchain
```

`ipchains -X` löscht die gesamte selbst definierte Filterkette. Wird keine Filterkette angegeben, werden alle selbst definierten Filter gelöscht.

VORSICHT

Die Reihenfolge der Regeln ist relevant! Die Regeln werden in der Reihenfolge abgearbeitet, in der sie definiert wurden. Sobald eine Regel gefunden wird, die zutrifft (ganz egal ob die Konsequenz nun *Accept*, *Reject* oder *Deny* heißt), wird diese Regel ausgeführt. Alle weiteren Regeln kommen nicht mehr zum Zuge. Das bedeutet, dass Spezialregeln (Ausnahmeregeln) *vor* allgemeineren Regeln angegeben werden müssen.

Das widerspricht der menschlichen Logik, die wie folgt formuliert: Akzeptiere Pakete für die Ports 3000-4000 mit der Ausnahme von Port 3462. Wenn hier die erste Regel zuerst definiert wird, kommt die zweite nie zum Einsatz!

Die einzige Ausnahme vom Grundsatz *zuerst speziell, dann allgemein* ist das Defaultverhalten des Filters. Trifft keine einzige Filterregel zu, dann wird das Paket gemäß dem mit `-P` eingestellten Defaultverhalten behandelt.

VERWEIS

Ein konkretes Beispiel für einen einfachen Paketfilter folgt im nächsten Abschnitt. Weiterführende Literatur zu `ipchains` finden Sie in den HOWTOs zu den Themen Firewall und IPChains. Daneben gibt es natürlich eine Reihe guter Bücher zu diesem Thema, von denen einige im Literaturverzeichnis am Ende des Buchs genannt sind.

ipchains-Beispiel (Mini-Firewall)

Der Ausgangspunkt für dieses Beispiel ist die Netzwerktopologie aus Abbildung 19.1 (siehe Seite 764). Die Firewall läuft auf dem Rechner Jupiter mit der IP-Adresse 192.168.0.1. Das lokale Netzwerk im Adressbereich 192.168.0.* ist über das Interface `eth1` angeschlossen und soll geschützt werden. Der Internetzugang erfolgt über das Interface `ppp0`. Via Masquerading wird allen Rechnern im lokalen Netz der Internet-Zugang gewährt. Alle Regeln werden in der Shell-Script-Datei `sbin/myiprules` definiert.

TIPP

Es ist keine gute Idee, Firewall-Regeln via Telnet auszuprobieren! Es wird Ihnen unweigerlich passieren, dass Sie während der Definition der Regeln die Netzwerkverbindung trennen – und dann können Sie natürlich nur noch lokal am Rechner arbeiten.

Variablen: Öfter vorkommende IP-Adressen, Interfaces etc. sollten in Variablen gespeichert werden. Das erleichtert spätere Änderungen und reduziert die Gefahr von Tippfehlern:

```
#!/bin/sh
# /sbin/myiprules (einfaches Firewall-Beispiel)
# Variablen
IPC=/sbin/ipchains
LAN=192.168.0.0/24    # lokales Netz
ETHLAN=eth1          # Ethernet-Device für das lokale Netz
PPPIN=ppp0            # Netzwerk-Device für den Internet-Zugang
```

Ausgangszustand herstellen: Zu Beginn muss ein klar definierter Grundzustand hergestellt werden. Dazu werden alle vorhandenen Regeln gelöscht und das Default-Verhalten für die drei Filterlisten definiert.

Mit `input DENY` ist die Firewall vorerst dicht, d. h. von außen können keine IP-Pakete in den Rechner. ('Außen' bedeutet sowohl vom lokalen Netz als auch vom Internet aus!)

Mit `forward DENY` wird zudem jeder direkte Verkehr zwischen dem lokalen Netz und dem Internet unterbunden (also IP-Pakete, die die Firewall unverändert passieren möchten). Vorerst ist diese Regel noch übervorsichtig, weil der *Input*-Filter ja ohnedies nichts durchlässt. Der *Input*-Filter muss aber natürlich im Folgenden durch eine Menge Ausnahmeregeln geöffnet werden, damit das Netzwerk überhaupt funktioniert.

`output ACCEPT` bedeutet, dass alle Pakete, die die *Input*- und *Forward*-Filter passieren durften, das Netzwerk auch wieder verlassen dürfen. Der *Output*-Filter wird bei diesem Beispiel nicht mehr verändert. Die Firewall verlässt sich also auf die Wirksamkeit der beiden anderen Regeln – und darauf, dass auf dem Firewall-Rechner selbst keine (vom Angreifer hineingeschmuggelten) bösartigen Programme ausgeführt werden, die die Firewall unterlaufen. (Wenn es einmal so weit ist, hat der Angreifer ohnedies schon mehr oder weniger die Kontrolle über den Rechner.)


```
# Defaulteinstellungen
$IPC -F          # vorhandene Standardfilter löschen
$IPC -X          # selbst definierte Filter löschen
$IPC -P input    DENY # Defaultverhalten für die Standardfilter
$IPC -P forward  DENY
$IPC -P output   ACCEPT
```

Masquerading: Die Masquerading-Regel besagt, dass alle Datenpakete aus dem lokalen Netz maskiert und an das Interface PPPIN weitergeleitet werden sollen. Die Regel aktiviert automatisch auch das Demasquerading (damit auch die Antworten empfangen werden können). Das `echo`-Kommando aktiviert eine Kernel-Option, die für das Masquerading erforderlich ist. Unter Umständen müssen Sie noch zusätzliche Kernel-Module (z. B. `ip_masq_ftp`) laden, um so Masquerading-Probleme mit bestimmten Protokollen zu vermeiden. Weitere Informationen zum Masquerading finden Sie auf Seite 766.

```
# Masquerading
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
$IPC -A forward -s $LAN -i PPPIN -j MASQ
```

Input-Regeln: Im Folgenden wird der *Input*-Filter für die verschiedenen Interfaces eingerichtet. Durch `input DENY` ist ja momentan alles blockiert.

Loopback-Interface: Das Kommando aktiviert das Loopback-Interface (ohne Einschränkungen).

```
# Input-Regeln für das Loopback-Device
$IPC -A input -i lo -j ACCEPT
```

LAN-Interface: Das erste Kommando akzeptiert alle Pakete, die vom Ethernet-Device `$ETHLAN` kommen und aus dem lokalen Netz (Maske `$LAN`) stammen.

Das zweite Kommando ist spezifisch für mein System, das außer als Firewall auch als DHCP-Server dient. Die DHCP-Kommunikation erfolgt mit UDP-Paketen über die Ports 67 und 68. (Das erste Kommando blockiert auch die UDP-Pakete, weil diese anfänglich noch keine IP-Adresse aus dem LAN haben, sondern 0.0.0.0.)

```
# Input-Regeln für das LAN-Netzwerk-Device
$IPC -A input -i $ETHLAN -s $LAN -j ACCEPT
$IPC -A input -i $ETHLAN -p udp --dport 67:68 --sport 67:68 -j ACCEPT
```

PPP-Interface: Jetzt folgt eine ganze Reihe von Regeln, die angeben, welche Pakete aus dem Internet weitergeleitet werden dürfen. Die Regeln sind in drei Gruppen für die Protokolle ICMP, UDP und TCP gegliedert. Diese Regeln bestimmen, wie sicher die Firewall ist (es gäbe natürlich noch viele Optimierungsmöglichkeiten).

ICMP-Pakete werden ohne Ausnahme akzeptiert. (Wenn Sie Ihr Netzwerk vor Angriffen schützen möchten, deren einziges Ziel darin besteht, Ihren Rechner lahm zu legen, sind hier viel restriktivere Regeln erforderlich.)

```
# Input-Regeln für das Internet-Device: ICMP-Pakete
$IPC -A input -i $PPPIN -p icmp -j ACCEPT
```

UDP-Pakete für die Ports 0 bis 1023 und 2049 (NFS) werden abgelehnt, alle anderen werden akzeptiert.

```
# Input-Regeln für das Internet-Device: UDP-Pakete
$IIPC -A input -i $PPPIN -p udp --dport 0:1023 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p udp --dport 2049 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p udp -j ACCEPT
```

Etwas feinmaschiger ist der Filter für TCP-Pakete. SYN-Pakete (das sind besondere TCP-Pakete mit gesetztem SYN-Bit, die zur Initiierung von Verbindungen dienen) werden für die Ports 0 bis 1023 abgelehnt. Die einzige Ausnahme ist Port 113, auf dem der Service `identd` läuft. Dieser Service wird oft von externen Mail- und News-Servern verwendet, um die Herkunft empfangener Nachrichten zu prüfen. Es gibt unterschiedliche Meinungen darüber, ob es ein Risiko darstellt, Port 113 für diesen Zweck offen zu lassen oder nicht.

Beachten Sie bitte, dass die Ports 0 bis 1023 nicht generell für TCP-Pakete blockiert werden können – dann würde niemand im lokalen Netz ein HTML-Dokument empfangen oder via FTP ein Dokument übertragen. Blockiert werden nur die SYN-Pakete (Option `-y`).

Die weiteren Kommandos blockieren einige Ports vollständig: 139 (NetBIOS/SMB), 1433 (Microsoft SQL Server), 2049 (NFS), 3306 (MySQL), 5999-6003 (X-Displays), 7100 (X-Font-Server) und 31337 (Back Orifice). Was bis jetzt nicht blockiert ist, wird schließlich mit der letzten Regel akzeptiert:

```
# Input-Regeln für das Internet-Device: TCP-Pakete
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp -y --dport 113 -j ACCEPT
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp -y --dport 0:1023 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 139 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 1433 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 2049 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 3306 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 5999:6003 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 7100 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp --dport 31337 -j DENY
$IIPC -A input -i $PPPIN -p tcp -j ACCEPT
```

PPTP: Die letzte Regel ist wieder sehr spezifisch für meine eigenen Netzwerkanforderungen. Meine Internet-Verbindung erfolgt durch ADSL via PPTP. Die Verbindung zwischen dem Firewall-Rechner und dem ANT erfolgt über das Ethernet-Device `eth0`. (Das lokale Netz ist an `eth1` angeschlossen.) Die folgende Regel akzeptiert Pakete von `eth0`, allerdings nur, wenn sie vom ANT kommen (IP-Adresse 10.0.0.138):

```
# Input-Regeln für das ADSL-Netzwerk-Device
$IIPC -A input -i eth0 -s 10.0.0.138 -j ACCEPT
```

Firewall testen

Logging: `ipchains` bietet mit der Logging-Option `-l` die Möglichkeit, die Wirksamkeit einzelner Regeln zu protokollieren. Wenn Sie als letzte Regel für eine Filterliste `ipchains -A input/output/forward -l` angeben, werden alle Pakete protokolliert, die durch das Regelwerk gelangen (und dann, je nach Defaultverhalten, akzeptiert oder abgelehnt werden).

Paketsimulation: Um zu testen, ob Ihre Regeln dem entsprechen, was Sie beabsichtigt haben, können Sie mit `ipchains -C` Pakete simulieren. (Sie müssen also nicht warten, bis Ihr Rechner wirklich angegriffen wird.)

Zur Ausführung des Kommandos müssen Sie zumindest das Interface, das Protokoll sowie Sender- und Empfängeradresse angeben. Die zwei folgenden Beispiele zeigen, dass 1.2.3.4 auf dem Rechner 192.168.0.2 keine Telnet-Verbindung (Port 23) mit einem SYN-Paket initiieren kann. TCP-Pakete ohne SYN-Bit kommen aber zum Rechner 192.168.0.2 durch (sodass dieser Rechner Telnet als Client verwenden kann):

```
root# ipchains -C input -i ppp0 -p tcp -y \
      -s 1.2.3.4 23 -d 192.168.0.2 23
denied
root# ipchains -C input -i ppp0 -p tcp \
      -s 1.2.3.4 23 -d 192.168.0.2 23
accepted
```

Scanner: Ideal wäre, wenn Sie Ihre Firewall von außen testen könnten, also von einem Rechner aus, der nicht Teil Ihres lokalen Netzwerks ist und der über einen anderen Provider mit dem Internet verbunden ist. Es gibt eine Reihe so genannter Scanner mit klingenden Namen wie SATAN oder SAINT, um derartige Sicherheitstests durchzuführen. (Die Werkzeuge können natürlich umgekehrt auch für einen Angriff eingesetzt werden. Auf keinen Fall sollten Sie diese Werkzeuge ohne genaues Studium der Dokumentation auf Ihre eigene Firewall loslassen – und schon gar nicht auf ein fremdes Netz!)

Wenn Sie keinen Zugang zu einem externen Rechner haben, auf dem Sie gewissermaßen spielen dürfen, können Sie sich diverser Websites bedienen, die Sicherheitstests nach der Angabe der Netzparameter automatisch durchführen (meist gegen eine kleine Gebühr). Relativ bekannt ist etwa Shields Up (www.grc.com). Dabei stellt sich natürlich immer die Frage, wem Sie so weit vertrauen können, dass Sie ihm quasi die Erlaubnis zu einem Angriff auf Ihr eigenes Netz geben. Kurzum: Auch hier ist sehr viel Vorsicht angebracht.

Filterregeln automatisch ausführen

Damit die Filterregeln bei jedem Rechnerstart im Rahmen des Init-V-Prozesses automatisch ausgeführt werden, müssen Sie das Filter-Script im `init.d`-Verzeichnis speichern und in den `rcn.d`-Verzeichnissen die entsprechenden Links einrichten. Bei manchen Distributionen ist bereits ein Firewall-Script vorgesehen – dann ersparen Sie sich diese Arbeit.

IP-Spoofing

Beim IP-Spoofing versucht der Angreifer, Ihnen Pakete unterzujubeln, die so aussehen, als kämen sie aus dem lokalen Netz. Dazu wird die Absenderadresse im IP-Paket manipuliert. Sie zeigt nicht auf den tatsächlichen Absender, sondern enthält eine IP-Adresse aus Ihrem Netzwerk (oder auch eine andere IP-Adresse). Das Ziel kann darin bestehen, auf diese Weise Ihre Firewall-Regeln zu unterlaufen oder aber bei bestimmten Attacken die wahre Herkunft des Angreifers zu verschleiern. Naturgemäß soll beides verhindert werden!

Zum Glück ist es sehr einfach, das IP-Spoofing zu verhindern. Seit Kernel 2.2 müssen Sie dazu keine komplizierten Filterregeln, sondern lediglich den Kernel-Parameter `rp_filter` für jedes Interface verändern:

```
# /sbin/myiprules (Fortsetzung)
# IP-Spoofing verhindern
for rpf in /proc/sys/net/ipv4/conf/*/rp_filter; do
    echo 1 > $rpf
done
```

iptables-Grundlagen

Kernel 2.4 sieht zur Realisierung von Paketfiltern das `iptables`-System vor. Das `ipchains`-System wird aus Kompatibilitätsgründen weiterhin unterstützt. Es ist aber nicht möglich, beide Systeme gleichzeitig zu verwenden. Gegebenenfalls müssen Sie vor der Verwendung des `iptables`-Kommandos das `ipchains`-Modul mit `rmmod ipchains` deaktivieren.

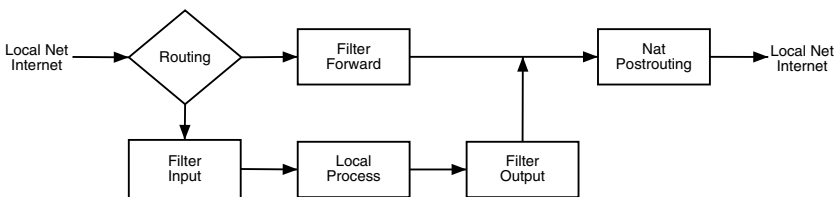


Abbildung 19.7: Vereinfachte Darstellung des `iptables`-Systems

Abbildung 19.7 veranschaulicht (stark vereinfacht!), welche Wege IP-Pakete innerhalb des Filtersystems gehen können. Eine detailliertere Abbildung finden Sie hier:

http://open-source.arkoon.net/kernel/kernel_net.png

Beachten Sie, dass das `iptables`-System intern vollkommen anders aufgebaut ist als `ipchains`, und dass scheinbar gleiche Begriffe (z. B. *Input Filter*) eine andere Bedeutung haben! Die folgende Liste beschreibt ganz kurz die Stationen eines IP-Pakets im Kernel:

- *Routing*: Anhand der IP- und Port-Adresse entscheidet der Kernel, ob das Paket lokal bearbeitet werden soll oder ob es an eine Netzwerkschnittstelle und damit an einen anderen Rechner (sei es im lokalen Netz oder auch im Internet) weitergeleitet werden soll.
- *Filter Input*: Anhand einer Reihe von Regeln wird getestet, ob das Paket zur weiteren Verarbeitung durch lokale Programme (z. B. Netzwerk-Dämonen) akzeptiert wird oder nicht.
- *Local Process*: Diese Box symbolisiert alle Programme, die IP-Pakete auf dem lokalen Rechner verarbeiten bzw. die selbst neue IP-Pakete erzeugen (also alle Netzwerkdienste, beispielsweise `ftpd`, `httpd` etc.).
- *Filter Output*: Anhand einer Reihe von Regeln wird getestet, ob das Paket den Kernel wieder verlassen darf.
- *Filter Forward*: Dieser Filter entscheidet, welche der Pakete, die nur weitergeleitet (aber nicht bearbeitet) werden sollen, den Kernel passieren dürfen.
- *Nat Postrouting*: Falls der lokale Rechner via Masquerading anderen Rechnern einen Zugang ins Internet gewähren soll, kümmert sich diese Station um die erforderliche Manipulation der IP-Pakete.

Einem Paketfilter sind in Abbildung 19.7 nur die Boxen *Filter Input*, *Filter Output*, *Filter Forward* und eventuell auch *Nat Postrouting* zuzuordnen. Alle anderen Teile der Abbildung beschreiben die Netzwerkfunktionen des Kernels bzw. gewöhnliche Netzwerkdienste, die auf dem lokalen System laufen.

VORSICHT

Bei vielen Firewall-Abbildungen sehen Sie links das (gefährliche) Internet, dann die Firewall und rechts das (sichere) lokale Netz. Abbildung 19.7 entspricht nicht diesem Schema! Die Pakete, die links in den Rechner kommen, stammen sowohl aus dem lokalen Netz als auch aus dem Internet. Dasselbe gilt auch für die Pakete, die die Firewall rechts verlassen.

Für die Weiterleitung von Paketen – egal, ob diese von einer Netzwerkschnittstelle kommen oder von einem lokalen Programm erzeugt wurden – ist der Kernel zuständig. Dieser hat dabei in den unterschiedlichen Stufen des Filtersystems jeweils drei Alternativen:

- *Deny*: Die Weiterleitung des Pakets wird ohne Rückmeldung abgelehnt. (Das Paket wird damit gewissermaßen gelöscht. Es existiert nicht mehr weiter.) Der Sender erfährt nie, was mit seinem Paket passiert ist.
- *Reject*: Die Weiterleitung wird mit einer Rückmeldung abgelehnt. Die Folgen für das Paket sind dieselben, allerdings bekommt der Sender durch ein (anderes) ICMP-Paket die Nachricht, dass sein Paket abgelehnt wurde.
- *Accept*: Das Paket wird weitergeleitet.

Mehr Informationen zur Funktionsweise und Anwendung von iptables finden Sie auf den folgenden Seiten:

<http://www.linuxguruz.org/iptables/>
<http://netfilter.samba.org/unreliable-guides/>
http://www.linuxsecurity.com/feature_stories/netfilter-print.html

Filtergrundlagen

Die Grundidee eines iptables-Paketfilters ist diesselbe wie bei ipchains: Jedes IP-Paket durchläuft verschiedene Orte im Kernel, an denen überprüft wird, ob das Paket zulässig ist. Wenn das der Fall ist, wird es weitergeleitet, sonst wird es gelöscht oder zurückgesandt.

Das iptables-System besteht aus bis zu drei so genannten Tabellen:

- *Filter*-Tabelle: Diese Tabelle enthält üblicherweise das gesamte Regelsystem für den eigentlichen Paketfilter (Firewall).
- *Nat*-Tabelle: Diese Tabelle ist nur aktiv, wenn die Masquerading-Funktion des Kernels aktiviert ist. Sie ermöglicht verschiedene Formen der Adressveränderung (*Network Address Translation*) bei Paketen, die von außen in den Kernel eintreten bzw. diesen wieder verlassen.
- *Mangle*-Tabelle: Auch mit dieser Tabelle können IP-Pakete manipuliert werden. Die Tabelle dient Spezialaufgaben und wird in diesem Buch nicht weiter behandelt.

Jede dieser Tabellen sieht wiederum mehrere Regelketten (*chains*) vor:

Filter-Tabelle: *Input*, *Forward* und *Output*

Nat-Tabelle: *Prerouting*, *Output* und *Postrouting*

Mangle-Tabelle: *Prerouting* und *Output*

Von diesen insgesamt acht Regelketten sind in Abbildung 19.7 nur die vier wichtigsten dargestellt.

Die Regelketten sind voneinander unabhängig! Es gibt also zwei verschiedene *Prerouting*- und sogar drei *Output*-Regelketten.

Dennoch ist auch in der Dokumentation oft einfach von der *Output*-Regelkette die Rede, ohne genaue Angabe, auf welche Tabelle sich diese Regelkette eigentlich bezieht. Gemeint sind in derartigen Fällen immer die Regelketten der *Filter*-Tabelle, die bei weitem am wichtigsten ist.

Diese Sprachregelung gilt sogar für das Kommando `iptables`: Dort kann die gewünschte Tabelle mit der Option `-t` angegeben werden. Entfällt diese Option, gilt das Kommando automatisch für die *Filter*-Tabelle.

Wenn ein IP-Paket bei seiner Wanderung durch den Kernel auf eine Regelkette stößt, überprüft der Kernel der Reihe nach sämtliche Regeln. Sobald eine Regel auf das Paket zutrifft, wird die in der Regel vorgesehene Aktion durchgeführt (z. B. das Paket weiterleiten, löschen, zurücksenden etc.). Nur wenn keine einzige der Regeln auf das Paket zutrifft, kommt das Defaultverhalten des Filters zur Anwendung. (Dieses lautet je nach Konfiguration abermals: weiterleiten, löschen oder zurücksenden.)

Im Defaultzustand des Kernels ist nur die *Filter*-Tabelle mit ihren drei Regelketten *Input*, *Forward* und *Output* aktiv. Keine dieser drei Regelketten enthält eine Regel, und das Defaultverhalten lautet für alle drei Regelketten: weiterleiten.

Die Kunst, einen Paketfilter zu erstellen, besteht nun also darin, für jede relevante Filterkette das Defaultverhalten sowie eine Reihe von Regeln zu definieren. Dazu kommt das Kommando `iptables` zum Einsatz.

iptables-Syntax

Die folgende Übersicht zählt nur die allerwichtigsten Syntaxoptionen auf! Eine vollständige Beschreibung von `iptables` finden Sie in der sehr ausführlichen Manualseite sowie auf den oben angegebenen Webseiten.

```
iptables -P chain policy [-t table]
```

`iptables -P (policy)` definiert das Defaultverhalten für die angegebene Regelkette. Mögliche Verhalten sind:

ACCEPT: Paket weiterleiten (Defaulteinstellung)

DROP: Paket löschen

RETURN: Paket zurücksenden (selten)

QUEUE: Paket an ein Programm außerhalb des Kernels weiterleiten (selten)

Per Default gilt das Kommando für *Filter*-Regelketten oder für selbst definierte Regelketten. Falls eine *Nat*- oder *Mangel*-Regelkette verändert werden soll, muss der Tabellenname mit der Option `-t` angegeben werden (z. B. `iptables -P POSTROUTING ACCEPT -t nat`).

Es ist nicht möglich, ein Defaultverhalten für selbst definierte Regelketten zu definieren. Sie können das Defaultverhalten aber bei Bedarf durch die letzte Regel definieren, z. B. durch `iptables -A mychain -j DROP`.

```
iptables -A chain [-t table] options
```

`iptables -A (add)` fügt der angegebenen Regelkette eine neue Regel hinzu. Generell gilt eine Regel für alle möglichen Fälle (d. h. für alle IP-Protokolle, für alle Ports, für alle Absender- und Zieladressen, für alle Interfaces etc.).

Durch Optionen kann die Gültigkeit eingeschränkt werden. Die meisten Optionen können mit einem Ausrufezeichen auch verneint eingesetzt werden. Mit `-p udp` gilt eine Regel also beispielsweise nur für UDP-Pakete. Mit `-p ! udp` gilt sie hingegen für alle Pakete außer für UDP-Pakete.

Nicht alle möglichen Kombinationen der Optionen sind zulässig. Beispielsweise dürfen die Optionen `-d` und `-s` nur für `tcp`-Pakete verwendet werden (also in Kombination mit `-p tcp`).

- `-p protocol`
bestimmt das Protokoll (z. B. `tcp`, `udp` oder `icmp`).
- `-d ipadresse`
gibt die Zieladresse an (*destination*). Adressbereiche können in der Form `192.168.0.0/24` oder `192.168.0.0/255.255.255.0` angegeben werden. In beiden Fällen sind alle IP-Nummern `192.168.0.*` gemeint.
- `-dport port[:port]`
gibt den Port oder Port-Bereich (z. B. `0:1023`) der Zieladresse an.
- `-s ipadresse`
gibt die Absenderadresse an (*source*).
- `-sport port[:port]`
gibt den Port oder Port-Bereich für den Absender an.
- `--syn`
gibt an, dass die Regel nur für solche TCP-Pakete gelten soll, bei denen das SYN-Bit gesetzt ist. Derartige Pakete werden dazu verwendet, um eine Verbindung zu initiieren (etwa für alle TCP-Wrapper-Funktionen, für HTTP etc.).
- `-i interface`
gibt das Interface an, aus dem das IP-Paket kommt (nur für *Input*-, *Forward* und *Prerouting*-Regelketten). Beim Interface-Namen ist das Sonderzeichen `+` als Platzhalter für alle Interface-Nummern erlaubt, also `ppp+` für `ppp0`, `ppp1` etc.
- `-o interface`
gibt das Interface an, zu dem das IP-Paket unterwegs ist (nur für *Output*-, *Forward* und *Postrouting*-Regelketten).
- `-j ACCEPT/DROP/mychain/..`
gibt an, was mit dem Paket geschehen soll (*jump*). Hier wird meistens eines der vorgegebenen Verfahren (*ACCEPT*, *DROP* etc.) angegeben. `iptables` sieht aber auch einige Zusatzfunktionen wie *REDIRECT* oder *MASQUERADE* für Spezialanwendungen vor.

Statt einem der vordefinierten Schlüsselwörter kann auch eine selbst definierte Regelkette angegeben werden. In diesem Fall werden alle Regeln dieser Kette angewandt. Falls keine Regel der selbst definierten Regelkette zutrifft, kommt die nächste Regel der ursprünglichen Regelkette zur Anwendung. (In der prozeduralen Programmierung würde das einem Unterprogrammaufruf entsprechen.)

-m module

gibt an, dass ein Zusatzmodul verwendet werden soll. In der Folge dürfen spezielle Optionen verwendet werden, die durch dieses Zusatzmodul definiert sind.

Ein besonders wichtiges Zusatzmodul ist `state`. Damit können Pakete nach ihrem Verbindungsstatus ausgewählt werden. Beispielsweise gilt eine Regel mit `-m state --state NEW` nur für IP-Pakete, die neue Verbindungen initiieren. Mit `--state` können folgende Statusschlüsselwörter angegeben werden:

NEW: Das Paket initiiert eine neue Verbindung.

ESTABLISHED: Das Paket gehört zu einer schon existierenden Verbindung.

RELATED: Das Paket initiiert eine neue Verbindung, gehört aber zu einer schon existierenden Verbindung.

INVALID: Das Paket gehört zu keiner vorhandenen Verbindung und initiiert auch keine neue Verbindung.

iptables -N mychain

`iptables -N` (*new*) erzeugt eine neue Regelkette mit dem Namen *mychain*.

iptables -L [chain] [-t table] [-v]

`iptables -L` (*list*) liefert ohne weitere Optionen eine Liste aller Regeln für die drei Regelketten der *Filter*-Tabelle sowie für alle selbst definierten Regelketten. Mit den weiteren Optionen können Sie die gewünschte Regelkette genau spezifizieren (z. B. `iptables -L mychain` oder `iptables -L POSTROUTING -t nat`). Die Zusatzoption `-v` bewirkt detailliertere Informationen.

iptables -D chain [-t table] options

`iptables -D` (*delete*) löscht die Regel aus der Regelkette. Es müssen exakt dieselben Optionen wie bei `iptables -A` angegeben werden.

iptables -F chain [-t table]

`iptables -F` (*flush*) löscht alle Regeln aus der angegebenen Regelkette.

iptables -X [mychain]

`iptables -F` löscht die angegebene, eigene Regelkette. Wenn keine Regelkette angegeben wird, werden alle selbst definierten Regelketten gelöscht.

iptables-Beispiele

Wenn Sie mit `iptables` experimentieren, empfiehlt es sich, zuerst ein kleines Script zu erstellen, das den `iptables`-Grundzustand herstellt (also alle IP-Pakete zulässt). Ein derartiges Script könnte so aussehen:

```
#!/bin/sh
# iptables-reset
IPT=/usr/sbin/iptables

# accept all
$IPT -P INPUT ACCEPT
$IPT -P OUTPUT ACCEPT
$IPT -P FORWARD ACCEPT
$IPT -P POSTROUTING ACCEPT -t nat
$IPT -P PREROUTING ACCEPT -t nat
$IPT -P OUTPUT ACCEPT -t nat

# flush all chains
$IPT -F
$IPT -F -t nat

# delete all user-defined chains
$IPT -X

# no masquerading
echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Mini-Firewall für ISDN-Verbindungen

Das folgende Script definiert eine minimale Firewall für einen Einzelrechner, der via ISDN mit dem Internet verbunden ist. (Die Idee dieses Scripts stammt aus dem Packet-Filtering-HOWTO.) Das Script erzeugt zuerst die neue Regelkette *wall*. Deren erste Regel besagt, dass alle Pakete akzeptiert werden, die zu einer bereits vorhandenen Verbindung gehören.

Die zweite Regel akzeptiert Pakete, die eine neue Verbindung initiieren, sofern die Verbindung nicht über ein `ippp*`-Interface initiiert wird. Damit ist es beispielsweise möglich, über eine Ethernet-Verbindung (lokales Netz) eine Telnet-Session mit dem Rechner zu starten. Falls Ihre Internetverbindung via Modem oder via PPTP (ADSL) hergestellt wird, ersetzen Sie einfach `ippp+` durch `ppp+`.

Die dritte *wall*-Regel lautet: Alle Pakete, die nicht den vorigen Regeln entsprechen, werden abgewiesen. Einem potenzieller Angreifer aus dem Internet wird es daher nicht gelingen, eine Telnet-Session auch nur zu starten.

Die zwei abschließenden Kommandos des Scripts geben an, dass für alle Pakete, die die *Input*- oder *Forward*-Regelkette durchlaufen, die *wall*-Regeln zur Anwendung kommen.

Die beiden `modprobe`-Kommandos stellen nur eine Sicherheitsmaßnahme dar. Die beiden Module, die dafür verantwortlich sind, dass sich der Kernel den Status vorhandener Verbindungen merkt, sollten eigentlich automatisch geladen werden. (Vergewissern Sie sich mit `lsmod`.)

```
#!/bin/sh
# Mini-Firewall für ISDN-Internet-Verbindung

# Grundzustand herstellen
. iptables-reset

# Vorarbeiten
IPT=/usr/sbin/iptables
modprobe ip_conntrack
modprobe ip_conntrack_ftp

# new chain
$IPT -N wall
$IPT -A wall -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
$IPT -A wall -m state --state NEW -i ! ippp+ -j ACCEPT
$IPT -A wall -j DROP

# use this chain for INPUT and FORWARD
$IPT -A INPUT -j wall
$IPT -A FORWARD -j wall
```

TIPP

Zwei weitere Beispiele zur Anwendung von `iptables` finden Sie auf Seite 769 (Masquerading) und auf Seite 790 (Squid-Konfiguration). Eine ganze Menge weiterer Beispiel-Skripts, die durchweg gut kommentiert sind und damit eine gute Grundlage für eigene Experimente darstellen, finden Sie unter:

<http://www.linuxguruz.org/iptables/>

Teil IV

Anwendung

Kapitel 20

bash – Ein moderner Kommandointerpreter

Im Mittelpunkt dieses Kapitels steht die *bourne again shell* (kurz *bash*). Dieses Programm wird normalerweise automatisch nach dem Einloggen gestartet und ermöglicht in der Folge die bequeme Eingabe und Ausführung von Linux-Kommandos – daher auch die Bezeichnung Kommandointerpreter. Gleichzeitig stellt die *bash* eine eigene Programmiersprache zur Verfügung, die zur Erstellung von Shell-Programmen (Shell-Scripts) verwendet werden kann.

Die Beschreibung der *bash* ist auf zwei Kapitel verteilt. Dieses Kapitel behandelt die Verwendung der *bash* als Kommandointerpreter. Wesentliche Themen dieses Kapitels sind eine Einführung in den Umgang mit der *bash*, die Ein- und Ausgabeumleitung, die Kommunikation zwischen mehreren Prozessen (Pipes, Kommandosubstitution) und die Verwaltung von Shell-Variablen.

Kapitel 21 ab Seite 881 geht auf die Programmiermöglichkeiten der *bash* ein, beschreibt die wichtigsten Sprachelemente und zeigt deren Anwendung anhand einiger Beispiele. Das Kapitel endet mit einer Referenz der wichtigsten Kommandos für die Programmierung und einer Tabelle aller Sonderzeichen der *bash*.

20.1 Was ist eine Shell?

bash steht für *bourne again shell*. Das ist eigentlich ein englisches Wortspiel: Die *bash* ist ein Nachfolger der Bourne-Shell, die neben der Korn-Shell und der C-Shell zu den drei klassischen Unix-Shells zählt. Unter Linux sind alle drei Shells verfügbar, standardmäßig wird aber zumeist die *bash* eingerichtet.

Was ist nun eine Shell? Die Shell ist eine Art Benutzerschnittstelle zwischen dem Linux-System und dem Anwender. In erster Linie wird die Shell zum Aufruf von Linux-Kommandos und Programmen eingesetzt. Sie stellt damit eine Art Kommandointerpreter dar (vergleichbar in etwa mit `command.com` aus der MS-DOS-Welt).

Gleichzeitig stellt die Shell eine leistungsfähige Programmiersprache zur Verfügung, mit der Arbeitsabläufe automatisiert werden können. Einige besondere Shell-Kommandos ermöglichen es, innerhalb dieser Programme Variablen zu verwenden, Abfragen und Schleifen zu bilden etc. Die resultierenden Programme werden je nach den Präferenzen des Autors als Stapeldateien, Batch-Dateien, Scripts, Shell-Prozeduren oder Ähnliches bezeichnet. In jedem Fall handelt es sich dabei um einfache Textdateien, die von der Shell ausgeführt (interpretiert) werden. Details dazu finden Sie in Kapitel 21 ab Seite 881.

TIPP

Zur *bash* existiert ein umfangreicher `man`-Text (5000 Zeilen) und eine ebenso umfangreiche `info`-Datei, die mit dem Kommando `info -f /usr/info/bash` gelesen werden kann. Manche Distributionen liefern außerdem die HTML-Datei `bashref.html` mit, die denselben Inhalt sauber formatiert liefert.

HINWEIS

Dieses Kapitel beschreibt die *bash*-Version 2.0. Gelegentlich ist auch noch die Version 1.14 im Einsatz. In der gewöhnlichen Anwendung sind kaum Unterschiede erkennbar. Mehr getan hat sich für Programmierer (siehe auch Seite 881) – aber auch hier sind die beiden *bash*-Versionen bis auf ganz wenige Details kompatibel. Wenn Sie nicht wissen, mit welcher Shell-Version Sie arbeiten, führen Sie einfach das folgende Kommando aus:

```
user$ echo $BASH_VERSION
2.03.0(1)-release
```

In eine andere Shell wechseln

Die *bash* gilt unter GNU/Linux als Standard-Shell. Je nachdem, wie Sie Linux installiert haben, stehen Ihnen aber auch andere Shells zur Verfügung. Diese Shells unterscheiden sich durch eine leicht abweichende Syntax bei der Kommandoeingabe und andere Kommandos zur Programmierung. Die Entscheidung für oder gegen die eine oder andere Shell ist daher in erster Linie eine Frage persönlicher Präferenzen, der Gewöhnung etc. Wenn in diesem Buch nur die *bash* beschrieben wird, dann vor allem aus Platzgründen.

Wenn Sie mehrere Shells installiert haben, können Sie im laufenden Betrieb jederzeit die Shell wechseln: Mit `bash` oder `sh` gelangen Sie in die `bash`, mit `ash` in die Shell des BSD-Systems (ideal für Rechner mit wenig RAM), mit `ksh` oder `pksh` in die Korn-Shell und mit `csch` oder `tcsh` in die C-Shell bzw. in deren Variante `tcsh`. `exit` führt Sie jeweils in die zuletzt aktive Shell zurück.

Beachten Sie bitte, dass es sich bei allen mit Linux mitgelieferten Shells um GNU- oder Public-Domain-Versionen handelt. Aus diesem Grund können fallweise – zumeist minimale – Abweichungen von den jeweiligen Original-Shells auftreten.

Falls Sie nicht wissen, in welcher Shell Sie sich gerade befinden, geben Sie am einfachsten das Kommando `echo $0` ein, das in allen drei Shells zur Verfügung steht und dieselbe Bedeutung hat. Damit wird der Name der Shell ausgegeben.

```
user$ echo $0
-bash
```

TIPP

Falls jetzt Ihre Neugier auf unterschiedliche Shell-Versionen geweckt ist: Zu `ash`, `ksh` und `tcsh` existieren sehr umfangreiche `man`-Texte.

Default-Shell verändern

Für jeden unter Linux angemeldeten Anwender ist eine eigene Default-Shell vorgesehen. Diese Shell wird nach dem Anmelden (`login`) automatisch gestartet. Wenn Sie die Default-Shell verändern möchten, müssen Sie die Datei `/etc/passwd` bearbeiten. Die Shell wird als letzter Eintrag in der Zeile jedes Anwenders genannt.

Statt der unmittelbaren Veränderung der `passwd`-Datei, die nur von `root` durchgeführt werden darf, können Sie auch das Kommando `chsh` (`change shell`) aufrufen. Die Shell-Programme sind im Verzeichnis `/bin` gespeichert. Sie müssen also beispielsweise `/bin/csh` angeben, wenn Sie in Zukunft mit der C-Shell arbeiten möchten. Eine Liste der verwendbaren Shells befindet sich in `/etc/shells`.

20.2 Basiskonfiguration

Funktionstasten in der `bash`

Beim Arbeiten in der Shell werden Sie möglicherweise feststellen, dass Sie dort keine deutschen Sonderzeichen eingeben können und die Tasten `(Entf)`, `(Pos1)` und `(Ende)` nicht wie erwartet funktionieren.

Die Tastaturkonfiguration der `bash` kann global in der Datei `/etc/inputrc` oder individuell in `~/.inputrc` eingestellt werden. Falls die Datei noch nicht existiert, muss sie neu angelegt werden.

```
# /etc/inputrc oder ~/.inputrc
set meta-flag on
set convert-meta off
set output-meta on
"\e[1~": beginning-of-line
"\e[3~": delete-char
"\e[4~": end-of-line
```

Die Datei steuert die Funktion `readline`, die `bash`-intern zur Verarbeitung von Tastatureingaben verwendet wird. Durch die drei ersten Anweisungen wird erreicht, dass erstens 8-Bit-Zeichen bei der Eingabe erkannt werden, dass sie zweitens nicht in andere Zeichen konvertiert werden und drittens auch tatsächlich ausgegeben werden. Die nächsten drei Zeilen steuern die Reaktion auf das Drücken der Tasten **(Pos1)**, **(Entf)** und **(Ende)**.

Die Veränderungen werden erst nach einem Neustart der Shell wirksam. (In einer Textkonsole loggen Sie sich aus und dann wieder ein. Unter X starten Sie ein neues Konsolenfenster.) Zum Testen ist es allerdings praktischer, einfach das Kommando `bash` auszuführen. Dann wird eine neue Shell geladen, und Sie können mit `exit` zur alten Shell zurückkehren. Das ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Einstellung nicht zum erwünschten Ergebnis führt – in der alten Shell gilt nämlich weiterhin die alte Tastenbelegung.

VERWEIS

Wenn Sie unter X arbeiten, funktionieren die Funktionstasten unter Umständen trotz `inputrc` nicht ordnungsgemäß. Die Ursache ist dann vermutlich eine unzureichende Konfiguration des X Window Systems bzw. des Terminal-Programms (z. B. `xterm`). Tipps zur Lösung von X-Tastaturproblemen finden Sie ab Seite 500.

Eingabe-Prompt

In der Shell wird am Beginn der Eingabezeile üblicherweise einfach das Zeichen `~` bzw. `#` (für `root`) angezeigt. Stattdessen können Sie aber auch den Namen des Rechners, den Namen des aktuellen Verzeichnisses oder einen anderen Text anzeigen lassen. Um beispielsweise das aktuelle Verzeichnis anzuzeigen, verändern Sie in `/etc/profile` einfach die Voreinstellung der Umgebungsvariablen `PS1`:

```
# Ergänzung/Veränderung in /etc/profile oder ~/.profile
PS1="\w \$ "
```

VERWEIS

Die Hintergründe dieser Einstellung werden auf Seite 878 behandelt. Dort werden alle Umgebungsvariablen der `bash` beschrieben. Weitere Informationen zur `profile`-Datei finden Sie auf Seite 891.

20.3 Kommandoeingabe

Der erste Kontakt mit der `bash` findet bei der Eingabe ganz gewöhnlicher Kommandos statt. Die `bash` unterstützt Sie dabei durch eine Menge praktischer Tastenkürzel und Sondertasten. Insbesondere können Sie mit den Cursortasten \uparrow und \downarrow die zuletzt eingegebenen Kommandos wieder bearbeiten, was eine Menge Tipparbeit spart. Beim Ausloggen aus einer Shell werden die zuletzt eingegebenen Kommandos in einer Datei gespeichert und stehen so auch nach dem nächsten Einloggen wieder zur Verfügung. (Wenn Sie in mehreren Terminals unter demselben User-Namen arbeiten, werden nur die Kommandos eines dieser Terminals gespeichert.)

Kommandozeilen können wie in einem Texteditor verändert werden, das heißt, Sie können an beliebigen Stellen Zeichen einfügen und löschen. Die Tastaturbelegung der `bash` ist praktisch vollständig konfigurierbar. Insbesondere können Sie Sonderzeichen (Funktions- und Cursortasten) mit den von Ihnen gewünschten Kommandos belegen. Außerdem können Sie zwischen dem `emacs`- und dem `vi`-Modus umschalten. Damit gelten für alle grundlegenden Edit-Kommandos dieselben Tastenkürzel wie im jeweils ausgewählten Editor. Die Defaulteinstellung ist in der Regel der `emacs`-Modus. In diesem Kapitel werden alle Tastenkürzel ebenfalls für diesen Modus angegeben.

Tip

Informationen zur Konfiguration von `bash` finden Sie auf Seite 861. Dort wird die korrekte Einstellung der Konfigurationsdatei `.inputrc` beschrieben.

Expansion von Kommando- und Dateinamen

Der wohl größte Unterschied bei der Eingabe von Kommandos gegenüber anderen Shells (insbesondere im Vergleich zu dem von MS-DOS gewohnten Kommandointerpreter) besteht in der automatischen Expansion von Dateinamen durch $\text{\texttt{Tab}}$. Sobald Sie die ersten Buchstaben eines Datei- oder Kommandonamens eingegeben haben, können Sie die Tabulator-Taste drücken. Wenn die Datei bereits eindeutig identifizierbar ist, wird der Name vollständig ergänzt. Wenn es mehrere Namen gibt, die gleich beginnen, wird nur so weit erweitert, wie die Namen übereinstimmen. Außerdem erklingt in diesem Fall ein Signalton, der darauf hinweist, dass der Dateiname möglicherweise noch nicht vollständig ist.

Am leichtesten ist die Expansion von Dateinamen anhand eines Beispiels zu verstehen. Die Eingabe

```
user$ em  $\text{\texttt{Tab}}$  com  $\text{\texttt{Tab}}$ 
```

wird auf meinem Rechner automatisch zu

```
user$ emacs command.tex
```

erweitert. Dabei ist `emacs` der Name eines Kommandos (eines Editors). Zur Vervollständigung von `em` durchsucht `bash` alle in der `PATH`-Variablen angegebenen Verzeichnisse

nach ausführbaren Programmen. `command.tex` ist eine Textdatei im aktuellen Verzeichnis, die durch die Angabe der ersten drei Buchstaben ebenfalls eindeutig identifizierbar ist. Die Expansion funktioniert auch bei Dateinamen, denen mehrere Verzeichnisse vorangestellt sind. Wenn Sie

```
user$ ls /usr/doc/ger (Tab)
```

eingeben, erweitert `bash` diese Eingabe zu:

```
user$ ls /usr/doc/german/
```

`bash` berücksichtigt dabei alle Datei- und Verzeichnisnamen im Verzeichnis `/usr/doc`. Wenn eine eindeutige Erweiterung nicht möglich ist (Signalton), können Sie einfach nochmals (Tab) drücken. `bash` zeigt dann in den Zeilen unterhalb der aktuellen Eingabezeile alle möglichen Ergänzungen an. Die Eingabe

```
user$ e (Tab) (Tab)
```

führt zur Ausgabe:

```
user$ e
echo      elif      emacs-nox  eqn        exec       expand
ed         elm       emacsclient esac       exit       export
editres   elmalias enable     etags      exmh       expr
egrep     else      encaps     eval       exmh-async
eject     emacs     env         ex         exmh-bg
```

Die Eingabe kann jetzt fortgesetzt werden. Die tatsächlich auf Ihrem Rechner erscheinende Dateiliste hängt natürlich davon ab, welche Dateien sich im aktuellen Verzeichnis befinden, welche Programme auf Ihrem Linux-System installiert sind etc.

TIPP

Programme und Kommandos im gerade aktuellen Verzeichnis werden bei der Kommandoexpansion nur dann berücksichtigt, wenn das aktuelle Verzeichnis in der `PATH`-Variablen enthalten ist. (`echo $PATH` zeigt `PATH` an. Das aktuelle Verzeichnis wird durch `''` abgekürzt.) Bei einigen Linux-Distributionen fehlt aus Sicherheitsgründen das aktuelle Verzeichnis in `PATH`. Damit Programme aus dem aktuellen Verzeichnis ausgeführt werden können, muss `./name` eingegeben werden. Die `PATH`-Voreinstellung kann in `/etc/profile` verändert werden.

HINWEIS

Die automatische Kommandoexpansion verschleiert, wo sich ein Programm nun wirklich befindet. Mit `whereis name` werden alle Standardverzeichnisse für Programmdateien durchsucht, was in den meisten Fällen zum Ziel führt. `which` durchsucht `PATH` und ermittelt das Programm, das bei der Eingabe des Kommandos ohne Pfad ausgeführt würde. `which` ist dann interessant, wenn es mehrere Versionen eines Programms gibt, die sich in unterschiedlichen Verzeichnissen befinden.

Die `bash` bietet analoge Expansionsmechanismen auch für die Namen von Heimatverzeichnissen (`~ro (Tab)` liefert `~root/`) und für Variablennamen an (`$PA (Tab)` liefert `$PATH`).

Wichtige Tastenkürzel

Bei der folgenden Tabelle wird davon ausgegangen, dass `bash` für den `emacs`-Modus konfiguriert ist. Wenn manche Tasten auf Ihrem Rechner eine andere Reaktion hervorrufen, lesen Sie bitte die Konfigurationshinweise auf Seite 861. Falls Sie unter `X` arbeiten, kann es sein, dass Ihnen auch bei einer korrekten Konfiguration von `bash` die Tastaturverwaltung von `X` in die Quere kommt (siehe ab Seite 500).

bash-Tastenkürzel

<code>(↑)</code> , <code>(↓)</code>	durch die zuletzt eingegebenen Kommandos scrollen
<code>(←)</code> , <code>(→)</code>	Cursor zurück bzw. vor bewegen
<code>(Pos1)</code> , <code>(Ende)</code>	Cursor an den Beginn bzw. an das Ende der Zeile bewegen
<code>(Strg)+(A)</code> , <code>(Strg)+(E)</code>	wie oben, falls <code>(Pos1)</code> oder <code>(Ende)</code> nicht funktioniert
<code>(Alt)+(B)</code> , <code>(Alt)+(F)</code>	Cursor um ein Wort rückwärts bzw. vorwärts bewegen
<code>(←)</code> , <code>(Entf)</code>	Zeichen rückwärts bzw. vorwärts löschen
<code>(Alt)+(D)</code>	Wort löschen
<code>(Strg)+(K)</code>	bis zum Ende der Zeile löschen
<code>(Strg)+(T)</code>	die beiden vorangehenden Zeichen vertauschen
<code>(Alt)+(T)</code>	die beiden vorangehenden Wörter vertauschen
<code>(Tab)</code>	Expansion des Kommando- oder Dateinamens
<code>(Strg)+(L)</code>	löscht den Bildschirm
<code>(Strg)+(R)</code>	Suche nach früher eingegebenen Kommandos

Das Tastenkürzel `(Strg)+(R)` bedarf einer ausführlicheren Erklärung: Damit ist es möglich, bereits eingegebene Kommandos zu suchen: Drücken Sie am Beginn der Zeile `(Strg)+(R)`, und geben Sie dann die ersten Zeichen der gesuchten Kommandozeile ein. `bash` zeigt daraufhin automatisch die erste passende Zeile an. Mehrmaliges Drücken von `(Strg)+(R)` wechselt zwischen verschiedenen passenden Möglichkeiten. `(Tab)` bricht die Suche ab und ermöglicht das Editieren der gefundenen Zeile.

Alias-Abkürzungen

Mit dem Kommando `alias` können Sie sich bei der Eingabe von Kommandos in der Shell einige Tipparbeit ersparen. Mit dem Kommando werden Abkürzungen definiert. Bei der Verarbeitung der Kommandozeile wird überprüft, ob das erste Wort eine Abkürzung enthält. Wenn das der Fall ist, wird die Abkürzung durch den vollständigen Text ersetzt.

Abkürzungen für eine bestimmte Kombination von Optionen oder für Dateinamen sind nicht möglich, weil die `bash` die weiteren Parameter eines Kommandos nicht nach Abkürzungen durchsucht. Die `bash` erkennt aber Sonderfälle, bei denen in einer Kommandozeile mehrere Programme genannt werden (Pipes, Kommandosubstitution, sequenzielle Ausführung von Kommandos mit `;`) und durchsucht alle vorkommenden Kommandonamen auf Abkürzungen.

```
user$ alias cdb='cd /home/mk/buch'
```

Durch das obige Kommando wird die Abkürzung `cd` definiert, mit der rasch in das oft benötigte Verzeichnis `/home/mk/buch` gewechselt werden kann.

`alias`-Aufrufe können auch verschachtelt eingesetzt werden. Beachten Sie, dass `alias`-Abkürzungen Vorrang gegenüber gleichnamigen Kommandos haben. Das kann dazu genutzt werden, um den unerwünschten Aufruf eines Kommandos zu vermeiden:

```
user$ alias more=less
```

Von nun an führt jeder Versuch, das Kommando `more` aufzurufen, zum Start des leistungsfähigeren, aber ansonsten gleichwertigen Programms `less`. Sollten Sie aus irgendeinem Grund dennoch `more` benötigen, müssten Sie den gesamten Pfadnamen angeben (`/bin/more`).

`alias`-Abkürzungen können mit `unalias` wieder gelöscht werden. Ansonsten gelten sie bis zum Verlassen der Shell (also spätestens bis zum Logout). Wenn Sie bestimmte Abkürzungen immer wieder benötigen, sollten Sie die `alias`-Anweisungen in die Dateien `.profile` und `.bashrc` in Ihrem Heimatverzeichnis aufnehmen (siehe Seite 891).

VERWEIS

Eine ähnliche Wirkung wie Abkürzungen können auch Shell-Programme haben, die unter einem prägnanten Dateinamen gespeichert werden. Shell-Skripts haben zudem den Vorteil, dass sie mit Parametern (`$1`, `$2` etc.) zurechtkommen und viel flexibler eingesetzt werden können (siehe ab Seite 881).

20.4 Ein- und Ausgabeumleitung

Bei der Ausführung von Kommandos in der `bash` existieren drei so genannte Standarddateien. Der Begriff Datei stiftet dabei ein wenig Verwirrung; es handelt sich eigentlich nicht um richtige Dateien, sondern um Dateideskriptoren, die auf Betriebssystemebene wie Dateien behandelt werden können.

- **Standardeingabe:** Aus der Standardeingabe lesen die gerade ausgeführten Programme Ihre Eingaben (etwa bei der Texteingabe in einem Editor). Als Standardeingabequelle gilt normalerweise die Tastatur.
- **Standardausgabe:** An die Standardausgabe werden alle Ausgaben des Programmes geleitet (etwa die Auflistung aller Dateien durch `ls`). Als Standardausgabe gilt normalerweise der Bildschirm (das aktuelle Terminal bzw. unter X das aktuelle Terminalfenster).
- **Standardfehler:** Fehlermeldungen werden üblicherweise ebenfalls im aktuellen Terminal angezeigt.

Relativ oft besteht der Wunsch, bei der Ausführung von Kommandos die drei Standarddateien zu verändern. Beispielsweise kann der Fall auftreten, dass das Inhaltsverzeichnis

des aktuellen Verzeichnisses nicht am Bildschirm angezeigt, sondern in einer Datei gespeichert werden soll. Die Standardausgabe soll also in eine echte Datei umgeleitet werden. Das erfolgt in der `bash` durch das Zeichen `>`:

```
user$ ls *.tex > inhalt
```

In der Textdatei `inhalt` befindet sich jetzt eine Liste aller `*.tex`-Dateien im aktuellen Verzeichnis. Diese Form der Ausgabeumleitung ist sicherlich die häufigste Anwendung. Daneben existieren aber viele weitere Varianten: `2> datei` leitet alle Fehlermeldungen in die angegebene Datei. `>& datei` leitet sowohl die Standardausgabe als auch alle Fehlermeldungen in die angegebene Datei. Wenn statt `>` die Verdoppelung `>>` verwendet wird, dann werden die jeweiligen Ausgaben am Ende einer bereits bestehenden Datei angehängt.

Eine Eingabeumleitung erfolgt mit `< datei`: Kommandos, die Eingaben von der Tastatur erwarten, lesen diese damit aus der angegebenen Datei.

VORSICHT

Es ist nicht möglich, eine Datei zu bearbeiten und gleichzeitig das Ergebnis wieder in diese Datei zu schreiben!

`sort dat > dat` oder auch `sort < dat > dat` führt dazu, dass `dat` gelöscht wird!

Pipes

Pipes werden mit dem Zeichen `|` gebildet. Dabei wird die Ausgabe des ersten Kommandos als Eingabe für das zweite Kommando verwendet. In der Praxis werden Sie Pipes vermutlich am häufigsten zusammen mit den Kommandos `more` oder `less` bilden, wenn Sie längere Ausgaben seitenweise betrachten möchten.

```
user$ ls -l | less
```

Durch das obige Kommando wird das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses ermittelt und in eine Pipe geschrieben. Von dort liest das parallel ausgeführte Kommando `less` seine Eingaben und zeigt sie auf dem Bildschirm an.

Statt Pipes können zur Ein- und Ausgabeumleitung auch so genannte FIFO-Dateien verwendet werden. FIFO steht für *first in first out* und realisiert die Idee einer Pipe in Form einer Datei. FIFOs sind bei der Eingabe viel umständlicher als Pipes, sie machen aber deutlich, was das Zeichen `|` eigentlich bewirkt. In der Praxis werden sie verwendet, damit zwei voneinander unabhängige Programme miteinander kommunizieren können.

```
user$ mkfifo fifo
user$ ls -l > fifo &
user$ less < fifo
```

Durch die drei obigen Kommandos wird zuerst eine FIFO-Datei eingerichtet. Anschließend wird `ls` als Hintergrundprozess gestartet und schreibt seine Ausgaben in die Datei. Von dort liest `less` die Daten wieder aus und zeigt sie auf dem Bildschirm an.

Ausgabevervielfachung mit tee

Gelegentlich kommt es vor, dass die Ausgaben eines Programms zwar in einer Datei gespeichert werden sollen, dass aber dennoch (parallel) am Bildschirm der Programmverlauf verfolgt werden soll. In diesem Fall ist eine Verdoppelung der Ausgabe erforderlich, wobei eine Kopie am Bildschirm angezeigt und die zweite Kopie in einer Datei gespeichert wird. Diese Aufgabe übernimmt das Kommando `tee`:

```
user$ ls | tee inhalt
```

Das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses wird am Bildschirm angezeigt und gleichzeitig in der Datei `inhalt` gespeichert. Dabei erfolgt zuerst eine Weiterleitung der Standardausgabe an das Kommando `tee`. Dieses Kommando zeigt standardmäßig die Standardausgabe am Terminal an und speichert die Kopie davon in der angegebenen Datei. Dass es sich wirklich um eine Vervielfachung der Ausgabe handelt, bemerken Sie, wenn Sie auch die Standardausgabe von `tee` in eine Datei weiterleiten:

```
user$ ls | tee inhalt1 > inhalt2
```

Das Ergebnis sind zwei identische Dateien `inhalt1` und `inhalt2`. Das obige Kommando hat reinen Beispielcharakter. Etwas schwieriger zu verstehen, dafür aber sinnvoller ist das folgende Beispiel:

```
user$ ls -l | tee inhalt1 | sort +4 > inhalt2
```

In `inhalt1` befindet sich wiederum das 'normale' Inhaltsverzeichnis, das von `ls` automatisch nach Dateinamen sortiert wurde. Die Kopie dieser Ausgabe wurde an `sort` weitergegeben, dort nach der Dateigröße (fünfte Spalte, also Option `+4`) sortiert und in `inhalt2` gespeichert.

Syntaxzusammenfassung

Ein- und Ausgabeumleitung

<code>kommando > datei</code>	leitet Standardausgaben zur angegebenen Datei
<code>kommando < datei</code>	liest Eingaben aus der angegebenen Datei
<code>kommando 2> datei</code>	leitet Fehlermeldungen zur angegebenen Datei
<code>kommando >& datei</code>	leitet Ausgaben <i>und</i> Fehler um
<code>kommando >> datei</code>	hängt Standardausgaben an die vorhandene Datei an
<code>kommando1 kommando2</code>	leitet Ausgaben von Kommando 1 an Kommando 2 weiter
<code>komm tee datei</code>	zeigt die Ausgaben an und speichert gleichzeitig eine Kopie in der Datei

20.5 Kommandoausführung

Üblicherweise starten Sie Kommandos einfach durch die Eingabe des Kommandonamens. Innerhalb der Kommandozeile können Sie zahllose Sonderzeichen angeben, die von der `bash` vor dem eigentlichen Start des Kommandos ausgewertet werden. Auf diese Weise können Sie Kommandos im Hintergrund starten, durch Jokerzeichen mehrere ähnliche Dateinamen erfassen (z. B. `*.tex`), die Ergebnisse des einen Kommandos in die Parameterliste eines anderen Kommandos substituieren etc.

Hintergrundprozesse

Das wichtigste und am häufigsten benötigte Sonderzeichen ist `&`. Wenn es am Ende der Kommandozeile eingegeben wird, startet `bash` dieses Programm im Hintergrund. Das ist vor allem bei zeitaufwändigen Programmen sinnvoll, weil sofort weitergearbeitet werden kann.

```
user$ find / -name '*sh' > ergebnis &
[1] 334
```

Das obige Kommando durchsucht das gesamte Dateisystem nach Dateien, die mit den Buchstaben `'sh'` enden. Die Liste der Dateien wird in die Datei `ergebnis` geschrieben. Da das Kommando im Hintergrund ausgeführt wird, kann sofort weitergearbeitet werden. Die Ausgabe `[1] 334` bedeutet, dass der Hintergrundprozess die PID-Nummer 334 hat. PID steht dabei für Prozessidentifikation. Die PID-Nummer ist dann von Interesse, wenn der Prozess vorzeitig durch `kill` beendet werden soll. Die Nummer in eckigen Klammern gibt die Nummer des Hintergrundprozesses an, der in `bash` gestartet wurde, und ist im Regelfall nicht von Interesse.

TIP

Wenn Sie beim Start eines Kommandos das `&`-Zeichen vergessen, brauchen Sie weder zu warten noch müssen Sie das Programm mit `(Strg)+C` gewaltsam stoppen. Vielmehr sollten Sie das Programm mit `(Strg)+Z` unterbrechen und mit `bg` als Hintergrundprozess fortsetzen.

Ausführung mehrerer Kommandos

Nach dem `&`-Zeichen kann auch ein weiteres Kommando angegeben werden. In diesem Fall wird das erste Kommando im Hintergrund, das zweite dagegen im Vordergrund ausgeführt. Im folgenden Beispiel wird nochmals das obige `find`-Kommando im Hintergrund gestartet. Gleichzeitig wird aber mit `ls` das aktuelle Inhaltsverzeichnis ausgegeben:

```
user$ find / -name '*sh' > ergebnis & ls
```

Wenn statt des `&`-Zeichens ein Semikolon angegeben wird, führt `bash` die Kommandos nacheinander und im Vordergrund aus:

```
user$ ls; date
```

Das obige Kommando zeigt zuerst das aktuelle Inhaltsverzeichnis an und gibt anschließend das aktuelle Datum aus. Wenn die Gesamtheit dieser Informationen mit `>` in eine Datei umgeleitet werden soll, müssen beide Kommandos in runde Klammern gestellt werden. Dadurch werden beide Kommandos von ein und derselben Shell ausgeführt (während sonst für jedes Kommando eine eigene, neue Shell gestartet wird).

```
user$ (ls; date) > inhalt
```

In der Datei `inhalt` befinden sich nun die von `ls` erstellte Dateiliste sowie das mit `date` ermittelte aktuelle Datum. Die runden Klammern bewirken, dass die beiden Kommandos innerhalb derselben Shell ausgeführt werden und daher auch ein gemeinsames Ergebnis liefern. (Normalerweise wird bei der Ausführung jedes Kommandos eine neue Shell gestartet.)

Mit den Zeichenkombinationen `&&` und `||` können Sie Kommandos bedingt ausführen, d. h. in Abhängigkeit vom Ergebnis eines anderen Kommandos:

```
user$ kommando1 && kommando2
```

führt Kommando 1 aus. Nur wenn dieses Kommando erfolgreich war (kein Fehler, Rückgabewert 0), wird anschließend auch Kommando 2 ausgeführt.

```
user$ kommando1 || kommando2
```

führt Kommando 1 aus. Nur wenn bei der Ausführung dieses Kommandos ein Fehler auftritt (Rückgabewert ungleich 0), wird anschließend auch Kommando 2 ausgeführt.

Weitere Möglichkeiten zur Bildung von Bedingungen und Verzweigungen bietet das Shell-Kommando `if`, das allerdings nur für die Shell-Programmierung von Interesse ist (siehe Seite 893).

Syntaxzusammenfassung

Kommandoausführung

<code>kommando1; kommando2</code>	führt die Kommandos nacheinander aus
<code>kommando1 && kommando2</code>	führt K. 2 aus, wenn K. 1 erfolgreich war
<code>kommando1 kommando2</code>	führt K. 2 aus, wenn K. 1 einen Fehler liefert
<code>kommando &</code>	startet das Kommando im Hintergrund
<code>kommando1 & kommando2</code>	startet K. 1 im Hintergrund, K. 2 im Vordergrund
<code>(kommando1 ; kommando2)</code>	führt beide Kommandos in der gleichen Shell aus

20.6 Substitutionsmechanismen

Der Begriff *Substitutionsmechanismus* klingt sehr abstrakt und kompliziert. Die Grundidee besteht darin, dass die durch Sonderzeichen gebildeten Kommandos durch ihre Ergebnisse ersetzt werden. Im einfachsten Fall bedeutet das, dass bei der Auswertung des Kommandos `ls *.tex` die Zeichenkombination `*.tex` durch die Liste der passenden Dateien – etwa `buch.tex` `command.tex` – ersetzt wird. Das Kommando `ls` bekommt also nicht `*.tex` zu sehen, sondern eine Liste mit realen Dateinamen.

Das Ziel dieses Abschnitts ist es, die wichtigsten Mechanismen bei der Interpretation der Kommandozeile kurz zusammenzufassen: Jokerzeichen zur Bildung von Dateinamen, geschweifte Klammern zum Zusammensetzen von Zeichenketten, eckige Klammern zur Berechnung arithmetischer Klammern, umgekehrte Apostrophe zur Kommandosubstitution etc.

VERWEIS

Ein Substitutionsmechanismus wird an dieser Stelle unterschlagen, nämlich die so genannte Parametersubstitution. Damit können Sie in Variablen gespeicherte Zeichenketten analysieren und verändern. Die generelle Syntax lautet `${var_text}`, wobei `var` der Name einer Variablen ist, `_` für ein oder zwei Sonderzeichen steht und `text` das Suchmuster oder eine Defaulteinstellung enthält. Details zu diesem Substitutionsmechanismus finden Sie ab Seite 889 im Kapitel zur Shell-Programmierung.

Dateinamenbildung mit Jokerzeichen

Wenn Sie `rm *` eingeben und das Kommando `rm` tatsächlich alle Dateien löscht, die mit der Tilde `~` enden, dann ist dafür die `bash` verantwortlich. Die Shell durchsucht das aktuelle Verzeichnis nach passenden Dateien und ersetzt `*` durch die entsprechenden Dateinamen.

Als Jokerzeichen sind `?` (genau ein beliebiges Zeichen) und `*` (beliebig viele (auch null) beliebige Zeichen) erlaubt. Die Zeichenkette `[a,b,e-h]*` steht für Dateinamen, die mit einem der Zeichen `a`, `b`, `e`, `f`, `g` oder `h` beginnen. Wenn als erstes Zeichen innerhalb der eckigen Klammern `^` oder `!` angegeben wird, dann sind alle Zeichen außer den angegebenen Zeichen zulässig. `~` kann als Abkürzung für das Heimatverzeichnis verwendet werden (siehe auch Seite 207).

Die Funktion von Sonderzeichen können Sie einfach mit dem folgenden `echo`-Kommando testen. Das erste Kommando liefert alle Dateien und Verzeichnisse im Wurzelverzeichnis. Das zweite Kommando ist eine Variante dazu, bei der nur Namen zugelassen sind, die einen der Buchstaben `a` bis `c` enthalten. Das dritte Kommando beweist, dass die Bildung von Dateinamen auch über mehrere Verzeichnisebenen funktioniert. (Die Ausgabe wurde hier aus Platzgründen stark reduziert. `/*/*` liefert auf meinem Rechner eine Liste von etwa 700 Dateien und Verzeichnissen.)

```
user$ echo /*
/CD /bin /boot /cdrom /dev /dist /dosa /dosc /dosemu /dosi /etc
/home /install /lib /local /lost+found /mnt /proc /root /sbin
/test /tmp /usr /var /vmlinuz /zImage
```

```
user$ echo /*[a-c]*
/bin /boot /cdrom /dosa /dosc /etc /install /lib /local /proc
/sbin /var /zImage
```

```
user$ echo /*/*
/bin/Mail /bin/arch /bin/bash ....
/boot/any_b.b /boot/any_d.b ...
/dev/MAKEDEV /dev/arp /dev/bmouseatixl ...
```

TIPP

Da die Bildung der Dateinamen nicht durch das jeweilige Programm, sondern durch die *bash* erfolgt, sehen die Resultate manchmal anders aus, als Sie es wahrscheinlich erwarten würden. So kann `ls *` zu einer schier endlosen Liste von Dateien führen, auch wenn sich im aktuellen Verzeichnis nur wenige Dateien befinden. Dem Kommando `ls` wird nach der Expansion von `*` eine Liste aller Dateien und Verzeichnisse übergeben. `ls` wiederum zeigt bei Verzeichnissen nicht einfach deren Namen, sondern den ganzen Inhalt dieser Verzeichnisse an! Wenn Sie nur eine einfache Liste aller Dateien und Verzeichnisse haben möchten, müssen Sie die Option `-d` verwenden. Sie verhindert, dass der Inhalt der in der Parameterzeile angegebenen Verzeichnisse angezeigt wird.

TIPP

Wenn Sie ein Feedback haben möchten, wie die *bash* intern funktioniert, können Sie `set -x` ausführen. Die *bash* zeigt dann vor der Ausführung jedes weiteren Kommandos an, wie die Kommandozeile ausgewertet wird (mit allen eventuell voreingestellten Optionen und mit den expandierten Dateinamen).

Zeichenkettenbildung mit geschweiften Klammern

bash setzt aus Zeichenketten, die in geschweiften Klammern angegeben werden, alle denkbaren Zeichenkettenkombinationen zusammen. Die offizielle Bezeichnung für diesen Substitutionsmechanismus lautet 'Klammererweiterung' (brace expansion). Aus `teil{1,2,3}` wird `teil1 teil2 teil3`. Klammererweiterungen können den Tippaufwand beim Zugriff auf mehrere ähnliche Dateinamen oder Verzeichnisse reduzieren. Gegenüber Jokerzeichen wie `*` und `?` haben Sie den Vorteil, dass auch noch nicht existierende Dateinamen gebildet werden können (etwa für `mkdir`).

```
user$ echo {a,b}{1,2,3}
a1 a2 a3 b1 b2 b3
user$ echo {a,b,c}{e,f,g}.{1,2,3}
ae.1 ae.2 ae.3 af.1 af.2 af.3 ag.1 ag.2 ag.3 be.1 be.2 be.3
bf.1 bf.2 bf.3 bg.1 bg.2 bg.3 ce.1 ce.2 ce.3 cf.1 cf.2 cf.3
cg.1 cg.2 cg.3
```

Berechnung arithmetischer Ausdrücke in eckigen Klammern

`bash` ist normalerweise nicht in der Lage, Berechnungen auszuführen. Wenn Sie `2+3` eingeben, weiß die Shell nicht, was sie mit diesem Ausdruck anfangen soll. Wenn Sie innerhalb der Shell eine Berechnung ausführen möchten, müssen Sie den Ausdruck in eckige Klammern setzen und ein `$`-Zeichen voranstellen.

```
user$ echo ${2+3}
5
```

Innerhalb der eckigen Klammern sind die meisten aus der Programmiersprache C bekannten Operatoren erlaubt: `+` `-` `*` `/` für die vier Grundrechenarten, `%` für Modulo-Berechnungen, `==` `!=` `<` `<=` `>` und `>=` für Vergleiche, `<<` und `>>` für Bitverschiebungen, `!` `&&` und `||` für logisches NICHT, UND und ODER etc. Alle Berechnungen werden für 32-Bit-Integerzahlen ausgeführt (Zahlenbereich zwischen ± 2147483648). Wenn einzelne Werte aus Variablen entnommen werden sollen, muss ein `$`-Zeichen vorangestellt werden (siehe Seite 875 zur Variablenverwaltung).

TIPP

Eine alternative Möglichkeit, Berechnungen durchzuführen, bietet das Kommando `expr`. Dabei handelt es sich um ein eigenständiges Linux-Kommando, das unabhängig von `bash` funktioniert (siehe Seite 935).

Kommandosubstitution

Die Kommandosubstitution ermöglicht es, ein Kommando innerhalb der Kommandozeile durch dessen Ergebnis zu ersetzen. Dazu muss dieses Kommando zwischen zwei ```-Zeichen eingeschlossen werden. Eine alternative Schreibweise lautet `$(kommando)`. Diese Schreibweise ist vorzuziehen, weil sie erstens die Verwirrung durch die Verwendung von drei verschiedenen Anführungszeichen mindert (`"` `'` und ```) und zweitens verschachtelt werden kann.

Das so gekennzeichnete Kommando wird also durch sein Ergebnis ersetzt. Diese Substitution ermöglicht den verschachtelten Aufruf mehrerer Kommandos, wobei ein Kommando sein Ergebnis an das andere Kommando übergibt. Am besten verdeutlicht folgendes Beispiel diesen sehr leistungsfähigen Mechanismus:

```
user$ ls -l `find /usr/doc -name '*README*'`
user$ ls -l $(find /usr/doc -name '*README*') # gleichwertig
```

Durch das obige Kommando wird zuerst `find /usr/doc -name '*README*'` ausgeführt. Das Ergebnis dieses Kommandos ist eine Liste aller Dateien im Verzeichnis `/usr/doc`, in denen die Zeichenkette `README` vorkommt. Diese Liste wird nun anstelle des `find`-Kommandos in die Kommandozeile eingesetzt. Die Kommandozeile lautet nun beispielsweise:

```
user$ ls -l /usr/doc/xpm33/README /usr/doc/term/README.gz \
> /usr/doc/mt-st/README /usr/doc/README.gz
```

Dieses (nur intern zusammengesetzte) Kommando führt dann zum folgenden Ergebnis:

```
-rw-r--r-- 1 root root 1854 Apr 24 22:49 /usr/doc/README.gz
-rw-r--r-- 1 root root 847 Sep 21 1993 /usr/doc/mt-st/README
-rw-r--r-- 1 root root 5796 Apr 20 1994 /usr/doc/term/README.gz
-rw-rw-r-- 1 root root 5550 Jan 30 1994 /usr/doc/xpm33/README
```

Dieses Ergebnis wäre durch eine einfache Pipe mit dem `|`-Zeichen nicht möglich. `ls` erwartet keine Eingaben über die Standardeingabe und ignoriert daher auch die Informationen, die `find` über die Pipe liefert. Das folgende Kommando zeigt daher nur einfach den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses an. Die Ergebnisse von `find` werden nicht angezeigt!

```
user$ find /usr/doc -name '*README*' | ls -l # funktioniert nicht
```

Es gibt aber eine andere Lösung, die ohne Kommandosubstitution auskommt: Durch die Zuhilfenahme des Kommandos `xargs` werden Daten aus der Standardeingabe an das nach `xargs` angegebene Kommando weitergeleitet:

```
user$ find /usr/doc -name 'README' | xargs ls -l
```

Sonderzeichen in Zeichenketten

Da in der `bash` praktisch jedes Zeichen mit Ausnahme der Buchstaben und Ziffern irgendeine besondere Bedeutung hat, scheint es so gut wie unmöglich, diese Zeichen in Zeichenketten oder Dateinamen zu verwenden. Das Problem kann auf zwei Arten gelöst werden. Entweder wird dem Sonderzeichen ein Backslash `\` vorangestellt, oder die gesamte Zeichenkette wird in Apostrophe oder Anführungszeichen gestellt. Durch die Angabe von Apostrophen können Sie also beispielsweise eine Datei mit dem Dateinamen `ab*` löschen:

```
user$ rm 'ab* $cd'
```

Beachten Sie bitte den Unterschied zwischen `'` (zur Kennzeichnung von Zeichenketten) und ``` (zur Kommandosubstitution, siehe oben)!

Anführungszeichen haben eine ähnliche Wirkung wie Apostrophe. Sie sind allerdings weniger restriktiv und ermöglichen die Interpretation einiger weniger Sonderzeichen (`$`, `\` und ```). In Zeichenketten, die in Anführungszeichen gestellt sind, werden daher Shell-Variablen mit vorangestelltem `$`-Zeichen ausgewertet.

```
user$ echo "Das ist der Zugriffspfad: $PATH"
```

Das Kommando liefert als Ergebnis die Zeichenkette `'Das ist der Zugriffspfad:'` gefolgt vom Inhalt der Shell-Variablen `PATH`. Wenn statt der Anführungszeichen einfache Apostrophe verwendet werden, wird die gesamte Zeichenkette unverändert durch `echo` ausgegeben. Mehr Informationen zum Thema Shell-Variablen enthält der folgende Abschnitt.

Tip

Eine Zusammenfassung aller Sonderzeichen der bash finden Sie am Ende des Kapitels zur bash-Programmierung auf Seite 915.

Syntaxzusammenfassung

Substitutionsmechanismen

Jokerzeichen für Dateinamen	
?	genau ein beliebiges Zeichen
*	beliebig viele (auch null) beliebige Zeichen (aber keine <code>.*</code> -Dateien!)
[abc]	eines der angegebenen Zeichen
[a-f]	ein Zeichen aus dem angegebenen Bereich
[!abc]	keines der angegebenen Zeichen
[^abc]	wie oben
~	Abkürzung für das Heimatverzeichnis
.	aktuelles Verzeichnis
..	übergeordnetes Verzeichnis
Zeichenkettenzusammensetzungen	
ab{1,2,3}	liefert ab1 ab2 ab3
Arithmetik	
\$[3*4]	arithmetische Berechnungen
Kommandosubstitution	
`kommando`	ersetzt das Kommando durch sein Ergebnis
\$(kommando)	wie oben, alternative Schreibweise
Auswertung von Zeichenketten	
kommando "zeichen"	verhindert die Auswertung von Sonderzeichen
kommando 'zeichen'	wie oben, aber noch restriktiver

20.7 Shell-Variablen

Die Funktionalität der bash und die vieler anderer Linux-Programme wird durch den Zustand so genannter Shell-Variablen gesteuert. Shell-Variablen sind mit Variablen einer Programmiersprache vergleichbar, können allerdings nur Zeichenketten (keine Zahlen) speichern. Die Zuweisung von Shell-Variablen erfolgt durch den Zuweisungsoperator `=`. Der Inhalt einer Shell-Variablen kann am einfachsten durch `echo` angezeigt werden, wobei dem Variablennamen ein `$`-Zeichen vorangestellt werden muss.

```
user$ var=abc
user$ echo $var
abc
```

Wenn der Inhalt von Shell-Variablen Leerzeichen oder andere Sonderzeichen enthalten soll, muss bei der Zuweisung die gesamte Zeichenkette in einfache oder doppelte Hochkommata gestellt werden:

```
user$ var='abc efg'
```

Bei der Zuweisung können mehrere Zeichenketten unmittelbar aneinander gereiht werden. Im folgenden Beispiel wird der Variablen `a` eine neue Zeichenkette zugewiesen, die aus ihrem alten Inhalt, der Zeichenkette `'xxx'` und nochmals dem ursprünglichen Inhalt besteht.

```
user$ a=3
user$ a=$a'xxx'$a
user$ echo $a
3xxx3
```

Im folgenden Beispiel wird die vorhandene Variable `PATH` (mit einer Liste aller Verzeichnisse, die nach ausführbaren Programmen durchsucht werden) um das `bin`-Verzeichnis im Heimatverzeichnis (Abkürzung `~`) ergänzt. Damit können nun auch alle Kommandos ausgeführt werden, die sich in diesem Verzeichnis befinden (ohne dass der Pfad vollständig angegeben wird).

```
user$ echo $PATH
/usr/bin:/bin:/usr/local/sbin:/usr/sbin:/sbin:/usr/bin/X11:
/usr/bin/TeX:/usr/openwin/bin:/usr/games:.
user$ PATH=$PATH':~/bin'
user$ echo $PATH
/usr/bin:/bin:/usr/local/sbin:/usr/sbin:/sbin:/usr/bin/X11:
/usr/bin/TeX:/usr/openwin/bin:/usr/games:.:~/bin
```

Berechnungen mit Variablen können in der bereits vorgestellten Schreibweise in eckigen Klammern durchgeführt werden:

```
user$ a=3
user$ a=$((a*4))
user$ echo $a
12
```

Wenn das Ergebnis eines Kommandos in einer Variablen gespeichert werden soll, muss die ebenfalls bereits beschriebene Kommandosubstitution mit `$ (kommando)` durchgeführt werden. Im folgenden Beispiel wird das aktuelle Verzeichnis in `a` gespeichert:

```
user$ a=$(pwd)
user$ echo $a
/home/mk
```


Die Inhalte von Variablen werden nur innerhalb der Shell gespeichert. Sie gehen beim Verlassen der Shell (also spätestens beim Ausschalten des Rechners) wieder verloren. Wenn bestimmte Variablen immer wieder benötigt werden, sollten die Zuweisungen in der Datei `/etc/profile` bzw. in `.profile` im Heimatverzeichnis durchgeführt werden. Diese beiden Dateien werden (sofern vorhanden) beim Start der `bash` automatisch ausgeführt.

Wenn Sie den Inhalt einer Variablen in einer Datei speichern möchten, führen Sie am einfachsten `echo` mit einer Ausgabeumleitung durch:

```
user$ echo $var > datei
```

Lokale und globale Variablen (Umgebungsvariablen)

Die Begriffe lokal und global zur Beschreibung von Variablen sind aus der Welt der Programmiersprachen entlehnt. Bei Shell-Variablen gilt eine Variable dann als global, wenn sie beim Start eines Kommandos oder eines Shell-Programms weitergegeben wird. Globale Variablen werden oft auch als Umgebungsvariablen (environment variables) bezeichnet.

Beachten Sie bitte, dass alle durch eine einfache Zuweisung entstandenen Variablen als lokal gelten! Um eine globale Variable zu definieren, müssen Sie `export` oder `declare -x` aufrufen.

Zur Variablenverwaltung innerhalb der Shell existieren zahlreiche Kommandos, wobei es funktionelle Überlappungen gibt. Zur Definition einer globalen Variablen können Sie sowohl `export` als auch `declare -x` verwenden etc. In der folgenden Tabelle wird versucht, die Verwirrung durch ähnliche Kommandos ein wenig zu mindern:

<code>a=3</code>	Kurzschreibweise für <code>let</code> , <code>a</code> ist lokal
<code>declare a=3</code>	weist der lokalen Variablen <code>a</code> einen Wert zu (wie <code>let</code>)
<code>declare -x a=3</code>	weist der globalen Variablen <code>a</code> einen Wert zu (wie <code>export</code>)
<code>export</code>	zeigt alle globalen Variablen an
<code>export a</code>	macht <code>a</code> zu einer globalen Variablen
<code>export a=3</code>	weist der globalen Variablen <code>a</code> einen Wert zu
<code>let a=3</code>	weist der lokalen Variablen <code>a</code> einen Wert zu
<code>local a=3</code>	definiert <code>a</code> als lokal (nur in Shell-Funktionen)
<code>printenv</code>	zeigt wie <code>export</code> alle globalen Variablen an
<code>set</code>	zeigt <i>alle</i> Variablen an (lokale und globale)
<code>unset a</code>	löscht die Variable <code>a</code>

Wenn Sie Variablen einrichten, die das Verhalten von anderen Linux-Kommandos steuern sollen, müssen diese Variablen immer global sein! Damit Sie einerseits die Substitutionsmechanismen der Shell ausnutzen können und andererseits globale Variablen definieren, sollten Sie Variablen zuerst mit `x=...` zuweisen und anschließend mit `export x` als global definieren.

Variablenzuweisungen gelten immer nur für *eine* Shell. Wenn Sie in mehreren Terminals bzw. Terminalfenstern arbeiten, laufen darin jeweils eigenständige und voneinander unabhängige Shells. Die Veränderung einer Variablen in einer Shell hat keinerlei Einfluss auf die anderen Shells. Sie können aber oft benötigte Variablenzuweisungen in der Datei `.profile` in Ihrem Heimatverzeichnis festlegen, die automatisch beim Start jeder Shell ausgeführt wird (siehe Seite 891).

Wichtige Shell-Variablen

Prinzipiell können Sie beliebig viele neue Variablen einführen und nach Gutdünken benennen und verwenden. Dabei sollten Sie aber versuchen, bereits vorhandene Variablen zu vermeiden, da diese zumeist von der `bash` und häufig auch von anderen Linux-Kommandos ausgewertet werden. Eine unkontrollierte Veränderung dieser Variablen kann zur Folge haben, dass die Verarbeitung von Kommandos nicht mehr richtig funktioniert, Linux plötzlich Dateien nicht mehr findet etc. Dieser Abschnitt beschreibt die wichtigsten Shell-Variablen in alphabetischer Reihenfolge:

BASH

enthält den Dateinamen der `bash`.

glob_dot_filenames

steuert die Expansion von Dateijokerzeichen: Wenn die Variable (mit einem beliebigen Wert) gesetzt ist, werden durch `*` auch Dateien erfasst, die mit einem Punkt beginnen. `unset glob_dot_filenames` beendet diesen Zustand wieder.

HOME

enthält den Pfad des Heimatverzeichnisses, beispielsweise `/home/mk`.

LOGNAME

enthält den Login-Namen (User-Namen).

HOSTNAME

enthält den Hostnamen (Rechnernamen).

MAIL

enthält den Pfad des Verzeichnisses, in dem ankommende Mail gespeichert wird.

MANPATH

enthält den Pfad zu allen Verzeichnissen, die `man`-Seiten enthalten.

OLDPWD

enthält den Pfad des zuletzt aktiven Verzeichnisses.

PATH

enthält eine Liste von Verzeichnissen. Wenn die `bash` ein Kommando ausführen soll, durchsucht sie alle in `PATH` aufgezählten Verzeichnisse nach dem Kommando. Die Verzeichnisse sind durch Doppelpunkte voneinander getrennt.

`PATH` wird in `/etc/profile` voreingestellt. Wenn Sie ein Verzeichnis zu `PATH` hinzufügen möchten, müssen Sie `/etc/profile` nach dem folgenden Muster ergänzen:

```
# Ergänzung in /etc/profile
PATH=$PATH:/opt/kde/bin
```

Aus Sicherheitsgründen (um das unbeabsichtigte Ausführen von Programmen im aktuellen Verzeichnis zu vermeiden) fehlt in `PATH` bei den meisten Distributionen das lokale Verzeichnis. Wenn Sie Programme im gerade aktuellen Verzeichnis ohne vorangestelltes `.` / ausführen möchten, müssen Sie `PATH` um `.` erweitern. Eine Alternative besteht darin, eigene Programme im Verzeichnis `~/bin` zu speichern und `PATH` um dieses Verzeichnis zu erweitern.

PS1

enthält eine Zeichenkette, deren Inhalt am Beginn jeder Eingabezeile angezeigt wird (Prompt). Innerhalb dieser Zeichenkette sind unter anderem folgende Zeichenkombinationen vorgesehen: `\t` für die aktuelle Zeit, `\d` für das Datum, `\w` für das aktuelle Verzeichnis, `\W` für den letzten Teil des aktuellen Verzeichnisses (also `X11` für `/usr/bin/X11`), `\u` für den User-Namen, `\h` für den Hostnamen (Rechnernamen) sowie `\$` für das Promptzeichen (`$` für normale Anwender, `#` für `root`). `PS1` wird in `/etc/profile` voreingestellt. Eine typische Einstellung lautet `"\w\$ "`.

PS2

wie `PS1`, allerdings wird die Zeichenkette nur bei mehrzeiligen Eingaben angezeigt (also wenn die erste Zeile mit `\` abgeschlossen wurde). Eine typische Einstellung lautet `">"`.

PWD

enthält den Pfad des aktuellen Verzeichnisses.

HINWEIS

Neben den hier beschriebenen Variablen kennt die Shell zahlreiche weitere Variablen, zu denen Sie in den `man`-Seiten zur `bash` detaillierte Informationen finden. Weiterhin existieren zahlreiche Linux-Kommandos, deren Funktion ebenfalls durch (globale!) Shell-Variablen gesteuert werden kann. Ein typisches Beispiel ist `less`, das deutsche Sonderzeichen anzeigt, sobald der Variablen `LESSCHARSET` die Zeichenkette `latin1` zugewiesen wird. Die Bedeutung solcher kommandoabhängiger Variablen ist in den `man`-Seiten zum jeweiligen Kommando dokumentiert.

Kapitel 21

bash-Programmierung

Shell-Programme sind einfache Textdateien mit einigen Linux- und/oder bash-Kommandos. Nach dem Start eines Shell-Programms werden diese Kommandos der Reihe nach ausgeführt. Dem Shell-Programm können Parameter wie einem normalen Kommando übergeben werden. Diese Parameter können innerhalb des Programms ausgewertet werden.

Da die einfache sequenzielle Ausführung einiger Kommandos keinen allzu großen Spielraum für komplexe Aufgabenstellungen lässt, unterstützt die bash die Shell-Programmierung durch Kommandos zur Bildung von Verzweigungen und Schleifen. Damit steht Ihnen eine echte Programmiersprache zur Verfügung, für die Sie weder einen Compiler noch C-Kenntnisse benötigen. (Zugegebenermaßen hinkt der Vergleich: C-Programme sind ungleich schneller in der Ausführung, unterstützen mehrere Variablentypen, kennen zahlreiche Spezialfunktionen etc. Dennoch reichen die Möglichkeiten der bash für überraschend viele Problemstellungen vollkommen aus.)

Typische Anwendungen für Shell-Programme sind die Automatisierung von oft benötigten Kommandofolgen zur Installation von Programmen, zur Administration des Systems, zur Durchführung von Backups, zur Konfiguration und Ausführung einzelner Programme etc.

VERWEIS

Dieses Kapitel baut auf den Grundlagen zur bash auf, die in Kapitel 20 beschrieben wurden. Insbesondere sollten Sie die Ein- und Ausgabeumleitung, die Kommandosubstitution und den Umgang mit Variablen beherrschen.

21.1 Einführung

Beispiel 1: grepall

Angenommen, Sie verwenden häufig die Kommandos `grep` und `find`, um im gerade aktuellen Verzeichnis und allen Unterverzeichnissen nach Dateien zu suchen, die eine bestimmte Zeichenkette enthalten. Das richtige Kommando sieht so aus:

```
user$ find -type f -exec grep -q $1 {} \; -print
```

Wenn Sie wie ich jedes Mal neu rätseln, welche Kombination der Optionen dazu erforderlich ist, liegt es nahe, das neue Kommando `grepall` zu definieren, das eben diese Aufgabe übernimmt.

Dazu starten Sie Ihren Lieblingseditor, um die Textdatei `grepall` zu schreiben. Die Datei besteht aus nur einer einzigen Zeile, nämlich dem oben abgedruckten Kommando. Geben Sie die Textzeichen ein, und speichern Sie die Datei.

TIPP

Wenn Sie sich den Editoraufruf sparen möchten, können Sie die Datei auch mit `cat` erstellen: Geben Sie das Kommando `cat > grepall` ein. Das Kommando erwartet jetzt Daten aus der Standardeingabe (Tastatur) und schreibt diese in die Datei `grepall`. Geben Sie nun das Kommando mit all seinen Optionen ein. Anschließend beenden Sie `cat` mit `(Strg)+(D)` (das entspricht EOF, also *end of file*). Die resultierende Datei können Sie mit `cat grepall` ansehen.

Der Versuch, die gerade erstellte Datei `grepall` auszuführen, endet mit der Fehlermeldung *permission denied*. Der Grund für diese Meldung besteht darin, dass bei neuen Dateien generell die Zugriffsbits (x) zum Ausführen der Datei deaktiviert sind. Das können Sie aber rasch mit `chmod` ändern. `grepall abc` liefert jetzt die gewünschte Liste aller Dateien, die die Zeichenkette 'abc' enthalten.

```
user$ grepall abc
bash: ./grepall: Permission denied
user$ chmod a+x grepall
user$ grepall abc
./bashprg.tex
```

TIPP

Wenn die Variable `PATH` das aktuelle Verzeichnis `.` nicht enthält, können Sie `grepall` nur durch das Kommando `./grepall` ausführen (also mit den vorangestellten Zeichen `./` zur Pfadangabe). Generell können nur Programme ausgeführt werden, die in einem in `PATH` angegebenen Verzeichnis enthalten sind oder deren Pfad vollständig und eindeutig angegeben wird.

Beispiel 2: `applysedfile`

Das obige Beispiel zeigt zwar gut, wie Sie sich etwas Tipp- und Denkarbeit ersparen können, es deutet die weit reichenden Möglichkeiten der Script-Programmierung aber noch nicht einmal an. Daher noch ein zweites Beispiel: Nehmen Sie an, Sie stehen vor der Aufgabe, in einem ganzen Bündel von Dateien eine Reihe gleichartiger Suchen- und Ersetzen-Läufe durchzuführen. (Das kommt immer wieder vor, wenn Sie in einem über mehrere Dateien verteilten Programmcode einen Variablen- oder Prozedurnamen verändern möchten. Ich stand bei der Überarbeitung dieses Buchs für die fünfte Auflage vor einem ähnlichen Problem auf Grund der neuen Rechtschreibung: in Dutzenden von *.tex-Dateien sollte 'daß' durch 'dass', 'muß' durch 'muss' etc. ersetzt werden.)

Das Script-Programm `applysedfile` hilft bei derartigen Aufgaben. Der Aufruf dieses Scripts sieht folgendermaßen aus:

```
user$ applysedfile *.tex
```

Das Programm erstellt nun von allen *.tex-Dateien eine Sicherheitskopie *.bak. Anschließend wird das Unix-Kommando `sed` verwendet (siehe Seite 963), um eine ganze Liste von Kommandos für jede *.tex-Datei auszuführen. Diese Kommandos müssen sich in der Datei `./sedfile` befinden, die von `applysedfile` automatisch benutzt wird. Der Code von `applysedfile` sieht folgendermaßen aus:

```
#!/bin/bash
# use: applysedfile *.tex
# applies ./sedfile to given list of files
for i in $*
do
    echo "process $i"
    # make a backup of old file file
    cp $i $i%.*.bak
    # build new file
    sed -f ./sedfile < $i%.*.bak > $i
done
```

Kurz einige Anmerkungen zur Funktion dieses kleinen Programms: Bei den drei ersten Zeilen handelt es sich um Kommentare, die mit dem Zeichen `#` eingeleitet werden. Eine besondere Bedeutung hat die erste Zeile, die mit `#!/` beginnt: Sie gibt den Programmnamen des Interpreters an, mit dem die Script-Datei ausgeführt werden soll. (Wenn Sie darauf wie im ersten Beispiel verzichten, wird das Script vom gerade laufenden Shell-Interpreter ausgeführt. Falls ein Benutzer nicht die `bash`, sondern einen anderen Kommandointerpreter einsetzt, kann diese Nachlässigkeit zu Problemen führen.)

Mit `for` wird eine Schleife eingeleitet. Für jeden Schleifendurchgang wird ein Dateiname in die Variable `i` eingesetzt. Die Liste der Dateinamen stammt aus `$*`. Diese Zeichenkombination ist ein Platzhalter für alle an das Programm übergebenen Parameter und Dateinamen.

Innerhalb der Schleife wird der Name jeder Datei auf dem Bildschirm ausgegeben. Mit `cp` wird eine Sicherungskopie der Datei erstellt. (Dabei werden zuerst alle Zeichen ab dem

ersten Punkt im Dateinamen gelöscht. Anschließend wird `.bak` angehängt.) Schließlich wird das Kommando `sed` für die Datei ausgeführt, wobei die Steuerungsdatei `sed-file` aus dem lokalen Verzeichnis verwendet wird.

Für die Umstellung auf die neue Rechtschreibung sahen die ersten Zeilen dieser Datei wie folgt aus:

```
s.daß.dass.g
s.muß.muss.g
s.paßt.passt.g
s.läßt.lässt.g
```

Dabei handelt es sich bei jeder Zeile um ein `sed`-Kommando, um die erste Zeichenkette durch die zweite zu ersetzen (Kommando `s`). Der nachgestellte Buchstabe `g` bedeutet, dass das Kommando auch mehrfach innerhalb einer Zeile ausgeführt werden soll (falls 'daß' oder 'muß' mehrere Male innerhalb einer Zeile auftreten sollten).

bash Version 2

Seit einiger Zeit ist `bash` Version 2 verfügbar, wenngleich manche Distributionen noch immer mit der als sehr stabil geltenden Version 1.14 ausgestattet sind. (Führen Sie `echo $BASH_VERSION` aus!)

Programmierern kann die neue `bash`-Version einige Unannehmlichkeiten bereiten: Die `bash` wurde weitestgehend an den POSIX-Standard angeglichen. Manche Syntaxvarianten, die von `bash` 1.14 noch toleriert werden, gelten jetzt als Verstoß gegen die Syntax und führen zu Fehlermeldungen. Das betrifft insbesondere fehlende Strichpunkte bei Kommandoketten, die bisher akzeptiert wurden:

```
bash 1.14: { kommando1; kommando2; kommando3 }
bash 2.0:  { kommando1; kommando2; kommando3; }
```

Ein ähnliches Problem kann auch bei `case-esac`-Blöcken auftreten: Das letzte Kommando einer solchen Konstruktion wurde bisher auch dann ausgeführt, wenn die beiden abschließenden Strichpunkte `;;` gefehlt haben. Seit Version 2 sind diese Strichpunkte unbedingt erforderlich.

Eine Menge weiterer Details zu Neuerungen und eventuellen Inkompatibilitäten (die fast ausnahmslos durch Fehler in der bisherigen `bash`-Implementierung verursacht wurden), finden Sie in den Dateien im Verzeichnis `/usr/doc/bash/` bzw. mit `man bash`.

Formale Aspekte von Shell-Programmen

Alle Shell-Dateien sollten mit einer Zeile beginnen, die aus den Zeichen `#!` und dem gewünschten Shell-Namen zusammengesetzt ist. In diesem Fall wird zur Ausführung der Datei automatisch die gewünschte Shell gestartet. `bash`-Shell-Dateien sollten mit

`#!/bin/sh` beginnen. Damit ist das Programm portabel und kann auch auf einem anderen Rechner ausgeführt werden, wo statt der `bash` die Bourne-Shell installiert ist. (Unter Linux ist `/bin/sh` ein Link auf `/bin/bash`.)

So lange Sie Shell-Programme nur für den Eigenbedarf schreiben und ein Shell-Wechsel bzw. eine Verwendung des Programms durch andere Anwender unwahrscheinlich ist, können Sie natürlich auch auf die Shell-Identifizierung verzichten. Dasselbe gilt, wenn Sie sicher sind, dass die anderen Shells bei der Ausführung Ihrer Datei keine Probleme haben, Sie also keine shell-spezifischen Besonderheiten verwendet haben. Die meisten Probleme ergeben sich aus den Syntaxabweichungen zwischen der C-Shell und den meisten anderen Shells.

VORSICHT

Shell-Script-Programme können nur ausgeführt werden, wenn die Zugriffsbits für den Lesezugriff (r) und die Ausführung (x) gesetzt sind (`chmod a+rx datei`). In der ersten Zeile eines Scripts dürfen keine deutschen Sonderzeichen verwendet werden, auch nicht in Kommentaren. Die `bash` weigert sich sonst, die Datei auszuführen, und liefert die Meldung *cannot execute binary file*.

Wenn Sie eine Sammlung eigener Shell-Script-Programme für den täglichen Gebrauch schreiben, ist es sinnvoll, diese an einem zentralen Ort zu speichern. Als Verzeichnis bietet sich `~/bin` an. Wenn Sie anschließend folgende Änderung in `.profile` vornehmen, können diese Script-Programme ohne eine komplette Pfadangabe ausgedruckt werden.

```
# Ergänzung in ~/.profile bzw. in ~/.bashrc
PATH=$PATH:~/bin'
```

TIPP

Online-Texte zur Shell-Programmierung erhalten Sie mit `man bash` und mit `info -f /usr/info/bash.help` zeigt eine Hilfeübersicht der `bash`-internen Kommandos an. `help` kommando gibt nähere Informationen zu diesem Kommando.

Andere Script-Sprachen

Als Script-Sprachen werden Programmiersprachen bezeichnet, die Kommandos in einer Textdatei verarbeiten. Script-Sprachen stehen im Gegensatz zu 'echten' Programmiersprachen wie C, bei denen das Programm zuvor kompiliert werden muss. Script-Sprachen haben im Regelfall den Vorteil, dass sie erheblich einfacher zu erlernen sind.

Wenn Ihnen die Möglichkeiten der `bash` nicht mehr ausreichen, sollten Sie einen Blick auf die zahlreichen weiteren Script-Sprachen werfen, die Ihnen unter Linux zur Verfügung stehen: So kann etwa die `ksh` Felder verwalten, während sich die `tcsh` durch eine C-ähnliche (von der `bash` oft stark abweichende) Syntax auszeichnet.

Vollkommen unabhängig von den Besonderheiten einer Shell-Sprache sind `perl` und `awk`. `perl` steht für *Practical Extraction and Report Language* und eignet sich vor allem zur Bearbeitung von Textdateien. Sie können mit `perl` Texte analysieren, verändern etc. `perl` vereint die Fähigkeiten des `sed` (Stream-Editor) mit denen einer Programmiersprache. Eine ähnliche Zielsetzung, aber eine andere Syntax hat die Programmiersprache `awk`.

Der Name `awk` ergibt sich aus den Namen der ursprünglichen Autoren, Alfred Aho, Peter Weinberger und Brian Kernighan.

Eine recht leicht zu erlernende Script-Sprache ist Tcl/Tk. Viele Kommandos sind denen der `bash` ähnlich – aber der Sprachumfang von Tcl/Tk reicht weit über den der `bash` hinaus. Zwei Besonderheiten zeichnen Tcl/Tk aus: Die Sprache kann durch C-Funktionen erweitert und so den Wünschen des Programmierers angepasst werden, und sie eignet sich zur einfachen Oberflächenprogrammierung unter X. Dialoge mit Buttons, Listenfeldern etc. können in Tcl/Tk mit wenigen Programmzeilen realisiert werden.

Erwähnenswert ist schließlich die Sprache Python, die in der Linux-Szene (aber nicht nur dort) immer beliebt wird. Im Gegensatz zu anderen Script-Sprachen ist Python objekt-orientiert. Außerdem wurde beim Entwurf der Sprache großer Wert darauf gelegt, dass die Struktur des Codes möglichst gut sichtbar bleibt. (So *müssen* Zeilen in Schleifen, Abfragen etc. eingerückt werden.) Noch ein Argument spricht für Python: Die Sprache ist exzellent dokumentiert. (Bei einigen Distributionen muss die Dokumentation separat installiert werden.)

21.2 Variablenverwaltung in Shell-Programmen

Einleitende Informationen zum Umgang mit Variablen wurden bereits in Kapitel 20 ab Seite 875 gegeben. Dort wurde unter anderem der Unterschied zwischen normalen Shell-Variablen und Umgebungsvariablen erwähnt. Außerdem wurden die wichtigsten Variablen der `bash`, also etwa `PATH` oder `PWD`, beschrieben.

In diesem Abschnitt werden weitere Aspekte der Variablenverwaltung behandelt, die besonders für die Shell-Programmierung relevant sind. Im Detail geht es um den Gültigkeitsbereich von Variablen, um einige in der `bash` vordefinierte Variablen (z. B. `$*` oder `$?`), um den Mechanismus der Parametersubstitution zur Analyse und Verarbeitung von Zeichenketten in Variablen und schließlich um die Eingabe von Variablen in Shell-Programmen.

Gültigkeitsbereich von Variablen

Um die Feinheiten der Variablenverwaltung bei der Ausführung von Shell-Programmen zu verstehen, sind Grundkenntnisse über die Mechanismen beim Start von Kommandos und Shell-Programmen erforderlich:

Zur Ausführung eines Kommandos oder eines Programms erzeugt die `bash` einen neuen Prozess mit einer eigenen PID-Nummer (Linux-interne Nummer zur Identifizierung und Verwaltung des Prozesses). Von den Shell-Variablen werden nur jene an den neuen Prozess weitergegeben, die als Umgebungsvariablen deklariert wurden (`export` oder `declare -x`, siehe Seite 875). Wenn ein Kommando im Vordergrund gestartet wird, tritt die `bash` während der Ausführung in den Hintergrund und wartet auf das Ende des

Kommandos. Andernfalls laufen beide Programme (also die `bash` und das im Hintergrund gestartete Programm) parallel.

Einen Sonderfall stellt der Start eines Shell-Programms dar. Die Abarbeitung des Shell-Programms erfolgt nämlich nicht in der laufenden Shell, sondern in einer eigens dazu gestarteten Subshell. Es laufen nun also zwei Instanzen der `bash` – die eine als ihr Kommandointerpreter und die zweite zur Ausführung des Shell-Programms. Wenn innerhalb dieses Programms ein weiteres Shell-Programm gestartet wird, wird dazu eine dritte `bash`-Instanz gestartet etc. Die Ausführung eigener Subshells für Shell-Programme ist erforderlich, damit mehrere Shell-Programme parallel und ohne gegenseitige Beeinflussung (gegebenenfalls auch im Hintergrund) ausgeführt werden können.

Das Konzept der Subshells wirkt sich insofern auf die Variablenverwaltung aus, als jede (Sub-)Shell ihren eigenen Satz an Variablen besitzt. Der Subshell werden wie beim Start jedes beliebigen anderen Programms nur die Variablen der interaktiven Shell übergeben, die als Umgebungsvariablen deklariert waren. Anschließend sind die Variablen in den beiden Shells vollkommen unabhängig voneinander, d. h. die Veränderung von Variablen in der einen Shell hat keinerlei Einfluss auf Variablen der anderen Shell.

Manchmal möchte man mit einem Shell-Programm neue Variablen deklarieren bzw. vorhandene Variablen bleibend verändern. Um das zu ermöglichen, können Sie Shell-Programme auch innerhalb der aktuellen `bash`, also ohne den automatischen Start einer Subshell ausführen. Dazu müssen Sie vor den Dateinamen des Shell-Programms einen Punkt und ein Leerzeichen stellen. (Das entspricht der Kurzschreibweise des Shell-Kommandos `source`.)

Dazu ein Beispiel: Sie möchten ein Shell-Programm schreiben, das die `PATH`-Variable um den Pfad des gerade aktuellen Verzeichnisses erweitert. Das erforderliche Programm `addpwd` ist ganz einfach:

```
#!/bin/sh
# Shell-Programm addpwd ergänzt Pfad um das aktuelle Verzeichnis
#
PATH=$PATH : "$PWD"
```

In der Variablen `PATH` werden also der bisherige Inhalt dieser Variablen, ein Doppelpunkt und schließlich via Kommandosubstitution das Ergebnis des Kommandos `pwd` gespeichert. Der folgende Testlauf beweist, dass sich der Inhalt der `PATH`-Variablen in der aktuellen Shell erst dann ändert, wenn `addpwd` mit einem vorangestellten Punkt gestartet wird. (Innerhalb der Subshell, die beim ersten Aufruf von `addpwd` gestartet wurde, wird `PATH` natürlich geändert – diese Änderung gilt aber nur, so lange `addpwd` läuft.)

```
user$ echo $PATH
/usr/local/bin:/usr/bin:/bin:/usr/local/sbin:/usr/sbin:/sbin:
/usr/bin/X11:/usr/bin/TeX:/usr/openwin/bin:/usr/games:.
user$ addpwd
user$ echo $PATH
/usr/local/bin:/usr/bin:/bin:/usr/local/sbin:/usr/sbin:/sbin:
/usr/bin/X11:/usr/bin/TeX:/usr/openwin/bin:/usr/games:.
```

```

user$ . addpwd
user$ echo $PATH
/usr/local/bin:/usr/bin:/bin:/usr/local/sbin:/usr/sbin:/sbin:
/usr/bin/X11:/usr/bin/TeX:/usr/openwin/bin:/usr/games:../home/mk/buch

```

Durch die Shell vordefinierte Variablen

Innerhalb von Shell-Programmen kann auf einige von der *bash* vordefinierte Variablen zugegriffen werden. Diese Variablen können nicht durch Zuweisungen verändert, sondern nur gelesen werden. Der Name der Variablen wird durch verschiedene Sonderzeichen gebildet. In der folgenden Tabelle werden die Variablen gleich mit dem vorangestellten `$`-Zeichen angegeben.

\$-Variablen

<code>\$?</code>	Rückgabewert des letzten Kommandos
<code>\$!</code>	PID des zuletzt gestarteten Hintergrundprozesses
<code>\$\$</code>	PID der aktuellen Shell
<code>\$0</code>	Dateiname des gerade ausgeführten Shell-Scripts (oder des symbolischen Links, der auf die Datei zeigt)
<code>\$#</code>	Anzahl der dem Shell-Programm übergebenen Parameter
<code>\$1 bis \$9</code>	Parameter 1 bis 9
<code>\$* oder @\$</code>	Gesamtheit aller übergebenen Parameter

Noch einige Anmerkungen zur Anwendung dieser Variablen: `$0` bis `$9`, `$#` und `$*` dienen zur Auswertung der Parameter, die dem Batch-Programm übergeben wurden. Beinahe jedes Script-Beispiel in diesem Kapitel zeigt dafür Anwendungsmöglichkeiten.

Im Zusammenhang mit der Auswertung von Parametern ist das *bash*-Kommando `shift` interessant. Dieses Kommando schiebt die übergebenen Parameter quasi durch die neun Variablen `$1` bis `$9`. Wenn Sie `shift 9` ausführen, gehen die ersten neun dem Programm übergebenen Parameter verloren, dafür können jetzt aber die nächsten neun bequem angesprochen werden. `shift` ohne weitere Angaben verschiebt die Parameterliste um einen Parameter.

`$?` kann zur Bildung von Bedingungen verwendet werden, um den weiteren Programmverlauf vom Ergebnis des letzten Kommandos abhängig zu machen. Prinzipiell ist es auch möglich, ein Kommando direkt als Bedingung in `if` anzugeben. Die Variable `$?` hat den Vorteil, dass allzu lange und unübersichtliche Anweisungen vermieden werden können (siehe Seite 894).

Die Variable `$$` enthält die PID (process identification number). Dieser Zahlenwert wird Linux-intern zur Verwaltung der Prozesse verwendet. Die PID ist eindeutig, d. h. im ganzen System existiert mit Sicherheit kein zweiter Prozess mit derselben Nummer. Deswegen eignet sich dieser Wert hervorragend zur Bildung einer temporären Datei. Beispielsweise speichern Sie mit `ls > tmp.$$` eine Liste aller Dateien in der Datei `tmp.nnn`. Selbst wenn dieselbe Stapeldatei gleichzeitig in einem anderen Terminal läuft, wird es

wegen der unterschiedlichen PIDs der beiden Shells mit Sicherheit zu keinem Namenskonflikt kommen.

Parametersubstitution

Die `bash` stellt unter dem Begriff Parametersubstitution einige Kommandos zur Verfügung, mit denen in Variablen gespeicherte Zeichenketten bearbeitet werden können. Die Syntax dieses Substitutionsmechanismus lautet `${var__muster}` (mit zwei Unterstrichen `_`). Dabei steht `__` für ein oder zwei Sonderzeichen, die den Typ des Substitutionskommandos angeben. Beachten Sie, dass der Variablenname *ohne* vorangestelltes `$`-Zeichen angegeben wird. Wenn hingegen das Vergleichsmuster aus einer Variablen gelesen werden soll, muss dort ein `$`-Zeichen verwendet werden.

`${var:-default}`

Wenn die Variable leer ist, liefert die Konstruktion die Defaulteinstellung als Ergebnis, andernfalls den Inhalt der Variablen. Die Variable wird nicht geändert.

`${var:=default}`

wie oben, es wird aber gleichzeitig der Inhalt der Variablen geändert, wenn diese bisher leer war.

`${var:+neu}`

Wenn die Variable leer ist, bleibt sie leer. Wenn die Variable dagegen bereits belegt ist, wird der bisherige Inhalt durch eine neue Einstellung ersetzt. Die Konstruktion liefert den neuen Inhalt der Variablen.

`${var:?fehlermeldung}`

Wenn die Variable leer ist, werden der Variablenname und die Fehlermeldung ausgegeben, und das Shell-Programm wird anschließend beendet. Andernfalls liefert die Konstruktion den Inhalt der Variablen.

`${#var}`

liefert die Anzahl der in der Variablen gespeicherten Zeichen als Ergebnis (0, falls die Variable leer ist). Die Variable wird nicht geändert.

`${var#muster}`

vergleicht den Anfang der Variablen mit dem angegebenen Muster. Wenn das Muster erkannt wird, liefert die Konstruktion den Inhalt der Variablen abzüglich des kürzestmöglichen Textes, der dem Suchmuster entspricht. Wird das Muster dagegen nicht gefunden, wird der ganze Inhalt der Variablen zurückgegeben. Im Suchmuster können die zur Bildung von Dateinamen bekannten Joker-Zeichen verwendet werden (`*` `?` `[abc]`). Die Variable wird in keinem Fall verändert:

```
user$ dat=/home/mk/buch/buch.tar.gz
user$ echo ${dat#*/}
home/mk/buch/buch.tar.gz
user$ echo ${dat#*.}
tar.gz
```

`${var##muster}`

wie oben, allerdings wird jetzt die größtmögliche Zeichenkette, die dem Muster entspricht, eliminiert:

```
user$ dat=/home/mk/buch/buch.tar.gz
user$ echo ${dat##*/}
buch.tar.gz
user$ echo ${dat##*.}
gz
```

`${var%muster}`

wie `${var#muster}`, allerdings erfolgt der Mustervergleich jetzt am Ende des Variableninhalts. Es wird die kürzestmögliche Zeichenkette vom Ende der Variablen eliminiert. Die Variable selbst bleibt unverändert.

```
user$ dat=/home/mk/buch/buch.tar.gz
user$ echo ${dat%/*}
/home/mk/buch
user$ echo ${dat%.*}
/home/mk/buch/buch.tar
```

`${var%%muster}`

wie oben, allerdings wird die größtmögliche Zeichenkette eliminiert.

```
user$ dat=/home/mk/buch/buch.tar.gz
user$ echo ${dat%%/*}
```

-- keine Ausgabe --

```
user$ echo ${dat%%.*}
/home/mk/buch/buch
```

TIPP

Auf Seite 900 finden Sie ein Beispiel, in dem die hier vorgestellten Substitutionskommandos eingesetzt werden, um Dateigruppen zu kopieren bzw. umzubenennen (`regmv *.ps *.eps`).

`${!var}`

liefert den Inhalt der Variablen, deren Name in `var` als Zeichenkette enthalten ist.


```
user$ abc="123"
user$ efg=abc
user$ echo ${!efg}
123
```

HINWEIS

Die Syntax `${!var1}` ist erst ab bash-Version 2 erlaubt. Wenn Sie in einer älteren bash-Version den Inhalt einer Variablen ermitteln möchten, deren Name in einer anderen Variablen angegeben ist, müssen Sie die folgende Syntax verwenden (die auch in Version 2 zulässig ist):

```
user$ eval var2=\${${var1}}
```

Variablen mit read einlesen

Mit dem `bash`-Kommando `read` können Sie während des Ablaufs eines Shell-Programms Eingaben durchführen. In der Regel geben Sie dazu zuerst mit `echo` einen kurzen Text aus, in dem Sie den Anwender darüber informieren, welche Eingabe Sie erwarten (beispielsweise `y/n`, einen numerischen Wert etc.). Dabei ist die Option `-n` sinnvoll, damit die Eingabe unmittelbar hinter dem `echo`-Text und nicht in der nächsten Zeile erfolgt. Bei der Ausführung des anschließenden `read`-Kommandos wartet die `bash` so lange, bis der Anwender eine Zeile eingibt und diese mit  abschließt.

Im folgenden Beispielprogramm wird die `while`-Schleife so lange ausgeführt, bis die Zeichenkette in der Variablen `a` nicht mehr leer ist. Ein Testlauf demonstriert die Funktion des kleinen Programms:

```
user$ readvar
Geben Sie eine Zahl ein:  a
Ungültige Eingabe, bitte Eingabe wiederholen
Geben Sie eine Zahl ein:  12
12
```

Nach der Eingabe durch `read` wird der gesamte Inhalt der Variablen via Parametersubstitution gelöscht, wenn darin irgendein Zeichen außer einer Ziffer, einem Minuszeichen oder einem Leerzeichen vorkommt. Diese Kontrolle ist zwar nicht vollkommen (die Zeichenketten `"12-34-5"` und `"12 34"` sind demnach beide gültig), aber schon recht wirkungsvoll. Informationen zu `while` finden Sie auf Seite 898.

```
#!/bin/sh
# readvar: numerischen Wert einlesen
a=                                # a löschen
while [ -z "$a" ]; do
    echo -n "Geben Sie eine Zahl ein: "
    read a
    a=${a##*[0-9,' ','-']*}      # Zeichenketten eliminieren, die
                                # irgendwelche Zeichen außer 0-9, dem
                                # Minuszeichen und dem Leerzeichen
                                # enthalten
    if [ -z "$a" ]; then
        echo "Ungültige Eingabe, bitte Eingabe wiederholen"
    fi
done
echo $a
```

Variablendefinition in den Dateien `profile` und `bashrc`

Je nachdem, wie die `bash` gestartet wird, werden unterschiedliche Konfigurationsdateien eingelesen. Die folgende Beschreibung ist ein wenig vereinfacht, d. h. es gibt noch mehr Varianten und Spielarten. Der Abschnitt sollte aber ausreichend Informationen geben, um

die *bash* für die interaktive Benutzung zu konfigurieren. (Im Detail ist das Startverhalten der *bash* in der Manual-Seite unter dem Stichwort *invocation* beschrieben.)

Wesentlich für das Startverhalten ist, ob die *bash* als Login-Shell gestartet wird oder nicht. Dabei werden folgende Konfigurationsdateien gelesen (sofern sie existieren):

- Login-Shell: `/etc/profile`, `~/ .bash-profile`, `~/ .bash.login`, `~/ .profile`
- Nicht-Login-Shell: `~/ .bashrc`

Was ist nun eine Login-Shell? Wenn Sie sich in einer Textkonsole einloggen, liegt erwartungsgemäß eine Login-Shell vor. Nicht so eindeutig ist das unter X, wo Sie ja schon eingeloggt sind, wenn ein Terminalfenster (z. B. *xterm*, *kvt* etc.) mit der *bash* gestartet wird. Ob die *bash* dort als Login-Shell läuft oder nicht, hängt davon ab, wie das Terminalprogramm gestartet wurde (und wenn Sie dazu ein Startmenü oder Icon verwenden, hängt das Verhalten wiederum von der Konfiguration von KDE, Gnome etc. ab!). Um eine Login-Shell handelt es sich nur dann, wenn *xterm*, *kvt* etc. mit der Option `-ls` ausgeführt wird. Bei *gnome-terminal* lautet diese Option `-login`. In eine Login-Shell gelangen Sie auch durch einen User-Wechsel mit `su -l`.

Welche Konfigurationsdatei ist nun für welchen Zweck geeignet? Wenn es darum geht, mit `export` Umgebungsvariablen zu definieren, ist `/etc/profile` bzw. `~/ .profile` der richtige Ort (je nachdem, ob die Einstellung global oder nur für einen bestimmten Nutzer gelten soll). Der Grund: Der Inhalt von Umgebungsvariablen wie `PATH` oder `MANPATH` wird vom Programm, das die Shell startet, an die neue Shell gleichsam vererbt. (Falls Sie unter X arbeiten, bedeutet das, dass Änderungen in `/etc/profile` erst nach einem erneuten Login gültig werden!)

Etwas schwieriger ist es, wenn `alias`-Einstellungen durchgeführt werden sollen. Diese sollten in jedem Fall zur Verfügung stehen, also unabhängig davon, ob es sich um eine Login-Shell handelt oder nicht. Mögliche Lösungsansätze bestehen darin, `alias`-Definitionen doppelt durchzuführen (in `~/ .profile` und in `~/ .bashrc`) oder sicherzustellen, dass `~/ .bashrc` auch bei Login-Shells eingelesen wird.

Noch komplizierter wird die korrekte Beschreibung der *bash*-Konfigurationsdateien dadurch, dass unterschiedliche Distributionen unterschiedlichen Default-Code in diesen Script-Dateien verwenden.

Red Hat: Am Ende von `/etc/profile` werden alle Dateien `/etc/profile.d/*.sh` eingelesen. Daher sind individuelle Anpassungen besser hier als in `/etc/profile` untergebracht.

Außerdem wird von `~/ .bash-profile` auch `~/ .bashrc` eingelesen, sodass alle dort durchgeführten Einstellungen immer gelten (unabhängig davon, ob es sich um eine Login-Shell handelt oder nicht).

Schließlich wird von `~/ .bashrc` die Datei `/etc/bashrc` eingelesen. Damit eignet sich `/etc/bashrc` für globale `Alias`-Einstellungen.

SuSE: In `/etc/profile` werden `/etc/SuSEconfig/profile` sowie alle Dateien im Verzeichnis `/etc/profile.d` eingelesen. Die `profile`-Einstellungen verteilen sich also auf sehr viele Dateien.

Eigene Änderungen sollten allerdings in keiner dieser Dateien durchgeführt werden, sondern in `/etc/profile.local`. Diese Datei wird am Ende von `/etc/profile` ebenfalls eingelesen.

Außerdem sieht SuSE vor, dass in `~/ .profile` die Datei `~/ .bashrc` eingelesen wird. Deswegen gelten auch bei SuSE Veränderungen in `~/ .bashrc` sowohl für Login- als auch für Nicht-Login-Shells.

21.3 Verzweigungen

Verzweigungen in Shell-Programmen können mit den Kommandos `if` und `case` gebildet werden. Während sich `if` eher für einfache Fallunterscheidungen eignet, ist `case` für die Analyse von Zeichenketten prädestiniert (Mustervergleich).

if-Verzweigungen

In der Shell-Datei `iftst` wird durch eine `if`-Abfrage getestet, ob zwei Parameter übergeben wurden. Wenn das nicht der Fall ist, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Das Programm wird durch `exit` mit einem Rückgabewert ungleich 0 (Indikator für Fehler) beendet. Andernfalls wird der Inhalt der beiden Parameter auf dem Bildschirm angezeigt.

```
#!/bin/sh
# Shell-Datei iftst
if test $# -ne 2; then
    echo "Dem Kommando müssen genau zwei Parameter übergeben werden!"
    exit 1
else
    echo "Parameter 1: $1, Parameter 2: $2"
fi
```

Ein kurzer Testlauf demonstriert das Verhalten des Programms:

```
user$ iftst a
Dem Kommando müssen genau zwei Parameter übergeben werden!
user$ iftst a b
Parameter 1: a, Parameter 2: b
```

Als Kriterium für die Verzweigung gilt der Rückgabewert des letzten Kommandos vor `then`. Die Bedingung ist erfüllt, wenn dieses Kommando den Rückgabewert 0 liefert. Wenn `then` noch in derselben Zeile angegeben wird (und nicht erst in der nächsten), dann muss das Kommando mit einem Semikolon abgeschlossen werden.

VORSICHT

Beachten Sie bitte, dass in der *bash* die Wahrheitswerte für wahr (0) und falsch (ungleich 0) genau umgekehrt definiert sind als in den meisten anderen Programmiersprachen! Kommandos, die ordnungsgemäß beendet werden, liefern den Rückgabewert 0. Jeder Wert ungleich 0 deutet auf einen Fehler hin. Manche Kommandos liefern je nach Fehlertyp unterschiedliche Fehlerwerte.

Im obigen Beispiel wurde die Bedingung unter Zuhilfenahme des *bash*-Kommandos *test* gebildet. Der Operator *-ne* steht dabei für ungleich (not equal). *test* kommt immer dann zum Einsatz, wenn zwei Zeichenketten oder Zahlen miteinander verglichen werden sollen, wenn getestet werden soll, ob eine Datei existiert, etc. Das Kommando wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

Das obige Programm könnte auch anders formuliert werden: Statt des *test*-Kommandos kann eine Kurzschreibweise in eckigen Klammern verwendet werden. Dabei muss nach [und vor] jeweils ein Leerzeichen angegeben werden!

Außerdem kann das zweite *echo*-Kommando aus der *if*-Struktur herausgelöst werden, weil wegen der *exit*-Anweisungen alle Zeilen nach *fi* nur dann ausgeführt werden, wenn die Bedingung erfüllt ist.

```
#!/bin/sh
# Shell-Datei iftst, zweite gleichwertige Variante
#
if [ $# -ne 2 ]; then
    echo "Dem Kommando müssen genau zwei Paramater übergeben werden!"
    exit 1
fi
echo "Parameter 1: $1, Parameter 2: $2"
```

Zum Abschluss noch ein etwas realitätsnäheres Beispiel: Die Shell-Datei *savequit* sichert alle *.*tex*-Dateien in der komprimierten Archivdatei *backup.tgz*. Wenn beim Erstellen der Archivdatei keine Fehler aufgetreten sind (Operator *&&*), wird die resultierende Datei anschließend auf eine Diskette in Laufwerk A: kopiert. Das Kriterium für die *if*-Abfrage ist der Rückgabewert von *mcopy*. Wenn alles in Ordnung geht (und nicht eine volle Diskette – oder überhaupt keine – in Laufwerk A: steckt), wird der Rechner anschließend mit *shutdown* abgeschaltet.

```
#!/bin/sh
# Shell-Datei savequit: *.tex-Dateien sichern, System abschalten
#
if tar -czf backup.tgz *.tex && mcopy -n backup.tgz a:; then
    shutdown -t 5 -h -q now
fi
```

Dasselbe Programm kann auch etwas übersichtlicher gestaltet werden. Dazu werden die *tar*- und *mcopy*-Kommandos in einer eigenen Zeile angegeben. In *if* wird das Ergebnis dieser beiden Kommandos dann über die Variable *\$?* getestet:

```
#!/bin/sh
# Shell-Datei savequit: *.tex-Dateien sichern, System abschalten
#
tar -czf backup.tgz *.tex && mcopy -n backup.tgz a:
if [ $? = 0 ]; then
    shutdown -t 5 -h -q now
fi
```

Formulierung von Bedingungen mit test

In der `bash` ist es nicht möglich, Bedingungen – etwa den Vergleich einer Variablen mit einem Wert – direkt anzugeben. Zum einen basiert die ganze Konzeption der `bash` darauf, dass alle Aktionen über ein einheitliches Kommandokonzept durchgeführt werden, zum anderen sind Sonderzeichen wie `>` und `<` bereits für andere Zwecke vergeben. Aus diesem Grund müssen Sie zur Formulierung von Bedingungen in Schleifen und Verzweigungen das `bash`-Kommando `test` verwenden. (`test` existiert übrigens auch als eigenständiges Linux-Kommando außerhalb der `bash`. Es wurde in erster Linie deswegen in die `bash` integriert, um eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erzielen.)

`test` liefert als Rückgabewert 0 (wahr), wenn die Bedingung erfüllt ist, oder 1 (falsch), wenn die Bedingung nicht erfüllt ist. Um den Schreibaufwand zu verringern, ist eine Kurzschreibweise in eckigen Klammern vorgesehen. Das Kommando ist in der Referenz am Ende des Kapitels (siehe Seite 912) ausführlich beschrieben.

`test` wird in drei Aufgabenbereichen eingesetzt: zum Vergleich zweier Zahlen, zum Vergleich von Zeichenketten und zum Test, ob eine Datei existiert und bestimmte Eigenschaften aufweist. Die folgenden Beispiele zeigen einige mögliche Anwendungsfälle:

```
test "$x"
```

überprüft, ob `x` belegt ist (d. h. das Ergebnis ist falsch, wenn die Zeichenkette 0 Zeichen aufweist, andernfalls wahr).

```
test $x -gt 5
```

testet, ob die Variable `x` einen Zahlenwert größer 5 enthält. Wenn `x` keine Zahl enthält, kommt es zu einer Fehlermeldung. Statt `-gt` (greater than) können auch die folgenden Vergleichsoperatoren verwendet werden: `-eq` (equal), `-ne` (not equal), `-lt` (less than), `-le` (less equal) und `-ge` (greater equal).

```
test -f $x
```

testet, ob eine Datei mit dem in `x` angegebenen Namen existiert.

Wenn `test` interaktiv in der Shell ausgeführt werden soll, muss nach dem `test`-Kommando die Variable `?` (Rückgabewert des letzten Kommandos) mit `echo` gelesen werden:

```

user$ a=20
user$ test $a -eq 20; echo $?
0
user$ test $a -gt 20; echo $?
1

```

case-Verzweigungen

case-Konstruktionen werden mit dem Schlüsselwort `case` eingeleitet, dem der zu analysierende Parameter (zumeist eine Variable) folgt. Nach dem Schlüsselwort `in` können dann mehrere mögliche Musterzeichenketten angegeben werden, mit denen der Parameter verglichen wird. Dabei sind die gleichen Jokerzeichen wie bei Dateinamen erlaubt. Das Muster wird mit einer runden Klammer `)` abgeschlossen, also etwa mit `--*)` zur Erkennung von Zeichenketten, die mit zwei Minuszeichen beginnen. Mehrere Muster können durch `|` voneinander getrennt werden – in diesem Fall werden beide Muster getestet. Beispielsweise dient `*.c|*.h)` zur Erkennung von `*.c`- und `*.h`-Dateien im selben Zweig.

Die der Klammer folgenden Kommandos müssen durch zwei Semikola abgeschlossen werden. Wenn ein `else`-Zweig benötigt wird, dann muss als letztes Muster `*` angegeben werden – alle Zeichenketten entsprechen diesem Muster. Bei der Abarbeitung einer `case`-Konstruktion wird nur der erste Zweig berücksichtigt, bei dem der Parameter dem angegebenen Muster entspricht.

Das folgende Beispiel `casetst` zeigt die Anwendung von `case` zur Klassifizierung der übergebenen Parameter in Dateinamen und Optionen. Die Schleife für die Variable `i` wird für alle der Shell-Datei übergebenen Parameter ausgeführt. Innerhalb dieser Schleife wird jeder einzelne Parameter mit `case` analysiert. Wenn der Parameter mit einem Bindestrich (`-`) beginnt, wird der Parameter an das Ende der Variablen `opt` angefügt, andernfalls an das Ende von `dat`.

```

#!/bin/sh
# Shell-Datei casetst
opt=      # opt und var löschen
dat=

for i do   # Schleife für alle übergebenen Parameter
    case "$i" in
        -* ) opt="$opt $i";;
        *  ) dat="$dat $i";;
    esac
done      # Ende der Schleife
echo "Optionen: $opt"
echo "Dateien:  $dat"

```

Ein Beispiellauf der Shell-Datei beweist die Wirkungsweise dieser einfachen Fallunterscheidung. Die in ihrer Reihenfolge wahllos übergebenen Parameter werden in Optionen und Dateinamen untergliedert:

```
user$ casetst -x -y dat1 dat2 -z dat3
Optionen:  -x -y -z
Dateien:   dat1 dat2 dat3
```

Nach demselben Schema können `case`-Verzweigungen auch zur Klassifizierung von bestimmten Dateikennungen verwendet werden (indem im Suchmuster `*.abc` angegeben wird). Wenn Sie sich eingehender mit `case`-Analysen beschäftigen möchten, sollten Sie sich die Shell-Datei `/usr/bin/gnroff` ansehen. Die Datei bereitet die in der Syntax von `nroff` übergebenen Parameter so auf, dass das verwandte Kommando `groff` damit zurechtkommt.

21.4 Schleifen

Die `bash` kennt drei Kommandos zur Bildung von Schleifen: `for` führt eine Schleife für alle Elemente einer angegebenen Liste aus, `while` führt eine Schleife so lange aus, bis die angegebene Bedingung nicht mehr erfüllt ist, `until` führt sie dagegen so lange aus, bis die Bedingung zum ersten Mal erfüllt ist. Alle drei Schleifen können mit `break` vorzeitig verlassen werden. `continue` überspringt den restlichen Schleifenkörper und setzt die Schleife mit dem nächsten Schleifendurchlauf fort.

for-Schleifen

Im ersten Beispiel werden der Variablen `i` der Reihe nach die Zeichenketten `a`, `b` und `c` zugewiesen. Im Schleifenkörper zwischen `do` und `done` wird der Inhalt der Variablen ausgegeben. Beachten Sie, dass sowohl am Ende der Liste als auch am Ende des `echo`-Kommandos ein Strichpunkt erforderlich ist. Auf diese Strichpunkte kann nur verzichtet werden, wenn die Eingabe auf mehrere Zeilen verteilt wird (was in Script-Dateien häufig der Fall ist).

```
user$ for i in a b c; do echo $i; done
a
b
c
```

Die äquivalente mehrzeilige Formulierung des obigen Kommandos in einer Script-Datei würde so aussehen:

```
#!/bin/sh
for i in a b c; do
  echo $i
done
```

Die Liste für `for` kann auch mit Jokerzeichen für Dateinamen oder mit `{..}`-Konstruktionen zur Bildung von Zeichenketten (siehe Seite 872) gebildet werden. Im folgenden Beispiel werden alle `*.tex`-Dateien in `*.tex~`-Dateien kopiert. (Das Zeichen `~` am Ende eines Dateinamens bezeichnet unter Unix/Linux üblicherweise eine Backup-Datei.)

```
user$ for i in *.tex; do cp $i $i~; done
```

Wenn `for`-Schleifen ohne `in ...` gebildet werden, dann werden der Schleifenvariablen der Reihe nach alle beim Aufruf übergebenen Parameter übergeben (das entspricht also `in $*`). Ein Beispiel für so eine Schleife finden Sie bei der Beschreibung von `case`.

while-Schleifen

Im folgenden Beispiel wird der Variablen `i` der Wert 1 zugewiesen. Anschließend wird die Variable im Schleifenkörper zwischen `do` und `done` so oft um 1 erhöht, bis der Wert 5 überschritten wird. Beachten Sie, dass Bedingungen wie bei `if`-Verzweigungen mit dem Kommando `test` bzw. mit dessen Kurzschreibweise in eckigen Klammern angegeben werden müssen.

```
user$ i=1; while [ $i -le 5 ]; do echo $i; i=$((i+1)); done
1
2
3
4
5
```

until-Schleifen

Der einzige Unterschied zwischen `until`-Schleifen und `while`-Schleifen besteht darin, dass die Bedingung logisch negiert formuliert wird. Das folgende Kommando ist daher zur obigen `while`-Schleife äquivalent. Dabei wird `-gt` zur Formulierung der Bedingung `i>5` (greater than) verwendet.

```
user$ i=1; until [ $i -gt 5 ]; do echo $i; i=$((i+1)); done
1
2
3
4
5
```

21.5 Beispiele für Shell-Programme

Unter Linux wimmelt es nur so von Beispielen für die `bash`-Programmierung, auch wenn Sie bisher möglicherweise nichts davon bemerkt haben. Viele Kommandos, die Sie während der Installation, Konfiguration und Administration von Linux ausgeführt haben, waren in Wirklichkeit `bash`-Programme.

Das folgende `find/grep`-Kommando durchsucht den gesamten Verzeichnisbaum ab dem aktuellen Verzeichnis nach `shell`-Programmen. Dabei werden alle Dateien erkannt, die als ausführbar gekennzeichnet sind und die Zeichenkette `\#! . . . sh` enthalten. Die Liste aller Dateien wird in `liste` im Heimatverzeichnis gespeichert. Die Ausführung des Kommandos nimmt einige Zeit in Anspruch, weil das gesamte Dateisystem durchsucht wird.

```
user$ cd /
user$ find -type f -perm +111 -exec \
>     grep -q '#!.*sh' {} \; -print > ~/liste
```

Backup-Script

Das folgende Script umfasst zwar nur zwei Zeilen, ist aus meinem Arbeitsalltag aber nicht mehr wegzudenken: Es überträgt alle `*.tex`-Dateien aus dem lokalen Verzeichnis in ein komprimiertes Archiv mit dem Namen `backup.tgz`.

Diese Datei wird in der zweiten Zeile in das Verzeichnis `/backup` kopiert. (Bei meinem Rechner handelt es sich bei `/backup` nicht einfach um ein Verzeichnis, sondern um eine an dieser Stelle eingebundene Partition einer zweiten Festplatte. Damit befinden sich die Ursprungsdaten und das Backup auf zwei unterschiedlichen Festplatten. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass beide Festplatten gleichzeitig kaputtgehen. Prinzipiell könnten Sie die Backup-Datei natürlich auch in ein NFS-Verzeichnis eines anderen Rechners kopieren – das wäre noch sicherer.)

Beim Kopieren bekommt die Backup-Datei auch gleich einen neuen Namen, die die Jahreszahl, das Datum und die Uhrzeit enthält (z. B. `20010406-2051.backup.tgz`). Damit wird vermieden, dass ältere Backup-Dateien einfach überschrieben werden. Auf diese Weise habe ich jederzeit Zugriff auf alle bisherigen Backups. Wenn ich also irrtümlich eine ganze Datei lösche und diesen Irrtum erst nach einer Woche bemerke, finde ich diese Datei auf einem älteren Backup sicher wieder.

Zur Bildung des Backup-Dateinamens wird die Schreibweise `$(date "format")` eingesetzt. Damit wird erreicht, dass das Ergebnis des `date`-Kommandos in den Backup-Namen eingefügt wird.

```
#! /bin/sh
# ein einfaches Backup-Script
tar czfv backup.tgz *.tex
cp backup.tgz /backup/$(date "+%y%m%d-%H%M").backup.tgz
```

mv und cp für reguläre Ausdrücke

Aufgrund der automatischen Substitution von Sonderzeichen wie * und ? sind Kommandos wie `mv *.bak *.old` in Linux nicht möglich. Fortgeschrittene bash-Anwender geben in solchen Fällen eine kleine `for`-Schleife ein, um alle gewünschten Dateien zu erfassen, und verwenden die Substitutionskommandos zur Veränderung des Dateinamens (siehe Seite 889). Beispielsweise ersetzt die folgende Anweisung alle *.eps-Dateien durch *.ps-Dateien:

```
user$ for i in *.eps; do mv $i ${i%.*}.ps; done
```

Solche Lösungen beweisen zwar die Leistungsfähigkeit der bash, sind letztendlich aber für den tagtäglichen Umgang mit Dateien zu umständlich. Daher liegt es nahe, solche Operationen zu vereinfachen. Die beiden hier vorgestellten Kommandos `regmv` und `regcp` stellen Varianten zu `mv` und `cp` dar. Als Parameter muss eine in einfache Anführungsstriche gestellte Zeichenkette übergeben werden. Sowohl das Muster für die Quelldateien als auch das für die Zieldateien muss genau ein Sternchen enthalten. Einige Beispiele zur Anwendung der beiden Kommandos:

```
user$                                     # benennt
user$ regmv '*.eps *.ps'                 # *.eps-Dateien in *.ps um
user$ regmv 'bild*.eps b*.ps'           # bild*.eps-Dateien in b*.ps um
user$ regmv '*~ *.old'                  # *~-Dateien in *.old um
user$ regcp '* *.dup'                   # dupliziert alle Dateien zu *.dup
user$ regcp '### *.bak'                 # kopiert ###-Dateien, neu *.bak
```

Der Programmcode der beiden neuen Kommandos ist zugegebenermaßen nicht ganz leicht zu verstehen. Im Prinzip handelt es sich nur um eine mehrfache Anwendung der schon im obigen Beispiel angewandten Substitutionskommandos.

Für die folgende Beschreibung der Kommandos wird angenommen, dass dem Kommando die Zeichenkette `bild*.eps b*.ps` übergeben wurde. Dieser Parameter wird an der Stelle des Leerzeichens in zwei Teile zerlegt und in zwei Variablen gespeichert (`bild*.eps` in `quelle` und `b*.ps` in `ziel`). Anschließend werden `quelle` und `ziel` wiederum an der Stelle des * in zwei Teile zerlegt (`bild` in `quelle1`, `.eps` in `quelle2` etc.).

Wenn `quelle` und `ziel` überhaupt Zeichenketten enthalten, wird getestet, ob die Zeichenanzahl in `quelle` um genau eins größer ist als die Zeichenanzahl in `quelle1` und `quelle2`. Wenn das nicht der Fall ist, wurden entweder zu viele Jokerzeichen oder überhaupt keines übergeben. Ein analoger Test wird auch für `ziel` durchgeführt.

Die Anweisung `dateien=$(echo $quelle)` bewirkt nicht einfach eine Duplikation von `quelle`. Vielmehr wird bei der Ausführung von `echo` die übliche Expansion der Jokerzeichen ausgeführt. Daher enthält `dateien` anschließend die Liste aller Dateien, auf die das Quellmuster zutrifft. Der folgende Test überprüft, ob überhaupt eine Expansion stattgefunden hat. Wenn das nicht der Fall war, existieren keine Dateien, die dem Quellmuster entsprechen, und das Kommando wird nach einer Fehlermeldung abgebrochen.

Wenn alles geklappt hat, wird in der `for`-Schleife das Kopierkommando für jede gefundene Datei ausgeführt. Der neue Dateiname wird dazu Stück für Stück in der Variablen `tmp` zusammengesetzt. Im ersten Schritt wird aus dem gefundenen Dateinamen der eine Teil des Quellmusters eliminiert (`bild`), im zweiten Schritt wird der andere Teil entfernt (`.eps`). Im dritten Schritt wird der Dateiname um die Teile des Zielmusters erweitert (`b` und `.ps`).

Damit der Anwender eine Rückmeldung erhält, was eigentlich passiert, wird jedes Kommando auch auf dem Bildschirm angezeigt. Die Option `-i` bei `cp` bewirkt, dass `cp` automatisch eine Rückfrage anzeigt, bevor eine schon bestehende Datei überschrieben wird.

Der Programmcode für das Kommando `regmv` sieht genauso aus wie der für `regcp`. Der einzige Unterschied besteht darin, dass statt `cp -ip` das Kommando `mv -i` ausgeführt wird.

```
#!/bin/sh
# regcp:  copies files using patterns
# Example: regcp *~ *.old
if [ $# -eq 1 ]; then
    source=${1%% *}           # first part of parameter (before space)
    target=${1##* }          # second part (after the space)
    source1=${source%\**}     # first part of source pattern
    source2=${source#\**}     # second part (following *)
    target1=${target%\**}     # first part of target pattern
    target2=${target#\**}     # second part (following *)
    # Check whether source or target are empty
    if [ -z "$source" ]; then
        echo regcp: Source pattern is missing
        exit
    fi
    if [ "$source" = "$target" ]; then
        echo regcp: Target pattern is missing or same as source pattern
        exit
    fi
fi
```

```

# Check whether source and target contain exactly one * each
if [ ${#source1} + ${#source2} +1 ] -ne ${#source} ]; then
    echo regcp: Source pattern must contain exactly one *
    exit
fi
if [ ${#target1} + ${#target2} +1 ] -ne ${#target} ]; then
    echo regcp: Target pattern must contain exactly one *
    exit
fi
# Check whether any source files are found at all
files=$(echo $source) # source files to be processed
if [ "$files" = "$source" ]; then
    echo "regcp: cannot find any $source files"
    exit
fi
# copy
for i in $files; do
    tmp=${i#$source1}          # eliminate character preceding *
    tmp=${tmp#$source2}        # eliminate character following *
    tmp=$target1$tmp$target2   # assemble target file name
    echo "cp -ip $i $tmp"
    cp -ip $i $tmp
done
else
    echo "regcp: copies files using patterns"
    echo "The whole parameter must be enclosed in '"
    echo "Source and target pattern must contain exactly one *"
    echo
    echo "Example: regcp '*.bak *.old'"
fi

```

Endlosschleife zum automatischen Start von \LaTeX

Wenn Sie mit \LaTeX oder mit irgendeinem Compiler arbeiten, sieht Ihre Arbeitsweise vermutlich so aus: Sie editieren den Text bzw. das Programm, starten \LaTeX oder den Compiler, sehen sich die Fehlermeldungen an, führen einige Korrekturen durch, starten den Compiler erneut etc.

Es geht aber noch einfacher: Wenn Sie in einem Terminal das unten abgedruckte Shell-Programm `latexauto` datei starten, testet dieses Programm in einer Endlosschleife alle drei Sekunden, ob sich die \LaTeX -Datei verändert hat. Wenn das der Fall ist, wird \LaTeX automatisch ausgeführt. Falls \LaTeX erfolgreich ist, wird die resultierende `*.dvi`-Datei sofort mit `dvips` zu einer PostScript-Datei weiterverarbeitet, die dann mit dem im Hintergrund laufenden Programm `ghostview` betrachtet werden kann.

In der Praxis bedeutet das, dass Ihre Textdatei nach jedem Speichern *automatisch* übersetzt wird – Sie brauchen dazu den Editor gar nicht zu verlassen. Das Ende der Über-

setzung wird durch einen Signalton gemeldet, sodass Sie dann in das Fenster wechseln können, in dem `latexauto` läuft.

```
#!/bin/bash
# latexauto: automatische Übersetzung von LaTeX-Dateien
#
tmp2=$(ls -l --full-time $1.tex)
while true                                # Endlosschleife
do
    if [ "$tmp1" != "$tmp2" ]; then        # Test, ob Veränderung
        tmp2=$(ls -l --full-time $1.tex)  # tmp2 aktualisieren
        echo "neuer Versuch"
        latex $1 && dvips $1 -o test.ps
        echo -e "\a"                      # Signalton
    fi
    sleep 3                                # drei Sekunden 'schlafen'
    tmp1=$(ls -l --full-time $1.tex)       # tmp1 regelmäßig aktualisieren
done
```

Das obige Programm weist einige Besonderheiten auf: Dank der Schleifenbedingung `while true` läuft es ununterbrochen, d. h. bis es mit **(Strg)+C** gestoppt wird. Der Test, ob sich die als Parameter angegebene Datei verändert hat, erfolgt durch den Vergleich der beiden Variablen `tmp1` und `tmp2`. In diesen Variablen werden via `ls` die Größe und das Änderungsdatum der angegebenen Datei gespeichert. Ein Speichern der Datei im Texteditor führt zu einer Veränderung von `tmp1`. Damit das Programm nicht durch ununterbrochene Vergleiche zu viel Rechenzeit verbraucht, wird nach jedem Test `sleep 3` ausgeführt. Das Programm wird damit für drei Sekunden in den Ruhezustand versetzt. Es beansprucht während dieser Zeit praktisch keine Rechenzeit.

Nach demselben Prinzip können Sie auch ein Backup-Programm erstellen, das im Hintergrund läuft. Dieses Programm könnte alle fünf Minuten testen, ob sich eine bestimmte Datei (oder mehrere Dateien) verändert haben. Wenn das der Fall ist, werden diese Dateien in ein eigenes Backup-Verzeichnis kopiert.

21.6 Kommandoreferenz zur Shell-Programmierung

Die nachfolgende Referenz liefert in alphabetischer Reihenfolge eine kurze Beschreibung der wichtigsten Kommandos zur Shell-Programmierung (ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit!). Bei vielen der hier besprochenen Kommandos handelt es sich um eingebaute `bash`-Kommandos, zum Teil aber auch um reguläre Linux-Kommandos, die sich besonders zur Anwendung bei der Shell-Programmierung eignen.

Eine Referenz der wichtigsten Linux-Kommandos finden Sie in Kapitel 22 ab Seite 917. Alle dort beschriebenen Kommandos können natürlich ebenfalls in Shell-Programmen verwendet werden. Die Referenz hier enthält nur jene Kommandos, die *typisch* für die Shell-Programmierung sind und normalerweise nicht bei der direkten Eingabe von Kommandos in der Shell verwendet werden. Eine Referenz aller Sonderzeichen, die bei der Eingabe von Kommandos, aber natürlich auch bei der Shell-Programmierung verwendet werden dürfen, finden Sie am Ende dieses Kapitels.

Variablenverwaltung und Parameterauswertung

<code>alias</code>	definiert eine Abkürzung
<code>declare</code>	definiert eine (Umgebungs-)Variable
<code>export</code>	definiert eine Umgebungsvariable
<code>local</code>	definiert lokale Variablen in einer Funktion
<code>read</code>	liest eine Variable ein
<code>readonly</code>	zeigt alle schreibgeschützten Variablen an
<code>shift</code>	verschiebt die Parameterliste
<code>unalias</code>	löscht eine Abkürzung
<code>unset</code>	löscht eine Variable

Umgang mit Zeichenketten

<code>basename</code>	ermittelt den Dateinamen eines Pfads
<code>dirname</code>	ermittelt das Verzeichnis eines Pfads
<code>expr</code>	führt einen Mustervergleich durch

Verzweigungen, Schleifen

<code>break</code>	beendet eine Schleife vorzeitig
<code>case</code>	leitet eine Fallunterscheidung ein
<code>continue</code>	überspringt den Schleifenkörper
<code>exit</code>	beendet das Shell-Programm
<code>for</code>	leitet eine Schleife ein
<code>function</code>	definiert eine neue Funktion
<code>if</code>	leitet eine Verzweigung ein
<code>local</code>	definiert lokale Variablen in einer Funktion
<code>return</code>	beendet eine Funktion
<code>source</code>	führt die angegebene Shell-Datei aus
<code>test</code>	wertet eine Bedingung aus
<code>until</code>	leitet eine Schleife ein
<code>while</code>	leitet eine Schleife ein

Ausgabe

<code>cat</code>	gibt eine Datei auf dem Bildschirm aus
<code>echo</code>	gibt eine Zeile Text aus
<code>printf</code>	ermöglicht eine formatierte Ausgabe wie unter C
<code>setterm</code>	verändert die Schriftart, löscht den Bildschirm

Sonstiges

<code>dialog</code>	zeigt eine Dialogbox an
<code>dirs</code>	zeigt die Liste der gespeicherten Verzeichnisse an
<code>eval</code>	wertet das angegebene Kommando aus
<code>file</code>	versucht, den Typ einer Datei festzustellen
<code>popd</code>	wechselt in das letzte gespeicherte Verzeichnis
<code>pushd</code>	speichert das aktuelle und wechselt in ein neues Verzeichnis
<code>sleep</code>	wartet eine vorgegebene Zeit
<code>trap</code>	führt beim Eintreten eines Signals ein Kommando aus
<code>ulimit</code>	kontrolliert die von der Shell beanspruchten Ressourcen
<code>wait</code>	wartet auf das Ende eines Hintergrundprozesses

alias `abkürzung='kommando'`

`alias` definiert eine Abkürzung (siehe Seite 865).

basename `zeichenkette [endung]`

`basename` liefert den Dateinamen des übergebenen Pfads. `basename /usr/man/man1/gnroff.1` führt also zum Ergebnis `gnroff.1`. Wenn als zusätzlicher Parameter eine Dateiendung angegeben wird, so wird diese Dateiendung (falls vorhanden) aus dem Dateinamen entfernt.

break `[n]`

`break` bricht eine `for`-, `while`- oder `until`-Schleife vorzeitig ab. Das Shell-Programm wird beim nächsten Kommando nach dem Schleifenende fortgesetzt. Durch die Angabe eines optionalen Zahlenwerts können `n` Schleifenebenen abgebrochen werden.

```
case ausdruck in
  muster1 ) kommandos;;
  muster2 ) kommandos;;
  ...
esac
```

`case` wird zur Bildung von Mehrfachverzweigungen verwendet, wobei als Kriterium für die Verzweigung eine Zeichenkette angegeben wird (zumeist eine Variable oder ein dem Shell-Programm übergebener Parameter). Diese Zeichenkette wird der Reihe nach

mit den Mustern verglichen, wobei in diesen Mustern die Jokerzeichen für Dateinamen (*?[]) verwendet werden können. In einem `case`-Zweig können auch mehrere durch | getrennte Muster angegeben werden.

Sobald ein Muster zutrifft, werden die Kommandos ausgeführt, die zwischen der runden Klammer) und den beiden Strichpunkten folgen. Anschließend wird das Programm nach `esac` fortgesetzt.

```
cat << ende
```

`cat` liest in dieser Syntaxvariante so lange Text der aktuellen Shell-Datei und zeigt diesen auf dem Bildschirm an, bis die Zeichenkette `ende` auftritt. `cat` kann damit zur bequemen Ausgabe größerer Textmengen verwendet werden, ohne für jede Zeile ein `echo`-Kommando ausführen zu müssen. Die Syntax `<< ende` kann aber natürlich auch für alle anderen Kommandos verwendet werden, um Text bis zur Zeichenkette `ende` aus der aktuellen Datei zu lesen.

```
continue [n]
```

`continue` überspringt den Körper einer `for`-, `while`- oder `until`-Schleife und setzt die Schleife mit dem nächsten Durchlauf fort. Durch den optionalen Zahlenwert kann dieser Vorgang auch für äußere Schleifenebenen durchgeführt werden.

```
declare [optionen] var[=wert]
```


`declare` weist Shell-Variablen einen (neuen) Wert und/oder diverse Eigenschaften zu. Wenn das Kommando ohne Parameter aufgerufen wird, werden alle bekannten Variablen mit ihrem Inhalt aufgelistet. Vor und nach dem Gleichheitszeichen dürfen keine Leerzeichen angegeben werden.

- r die Variable darf nur noch gelesen, aber nicht mehr verändert werden.
- x die Variable wird als Umgebungsvariable definiert und steht damit auch anderen Kommandos bzw. in Subshells zur Verfügung.

```
dialog [--clear] [--title text] [dialogoptionen]
```

`dialog` kann zur Anzeige von Dialogen verwendet werden. Das Kommando hat genau genommen nichts mit der `bash` zu tun, sondern ist ein eigenständiges Programm zur textorientierten Ein- und Ausgabe von Daten. Diese Kurzbeschreibung orientiert sich an Version 0.6, die seit geraumer Zeit mit vielen Linux-Distributionen mitgeliefert wird.

Die Optionen `--clear` und `--title` können mit jeder der angegebenen Dialogoptionen kombiniert werden. `--clear` bewirkt, dass der Dialog nach seinem Ende vom Bildschirm entfernt wird. (Der gesamte Bildschirm ist anschließend blau! Führen Sie dann `setterm -clear` aus.) `--title` ermöglicht die Einstellung des Dialogtitels. `dialog` kennt die folgenden Dialogformen:

```
--msgbox text höhe breite
    zeigt einen Meldungstext an, der mit  bestätigt werden muss.

--infobox text höhe breite
    wie oben, aber ohne Bestätigung. Das Programm wird sofort fortgesetzt. Die Dialogbox bleibt so lange auf dem Bildschirm stehen, bis dieser gelöscht wird.


--yesno text höhe breite
    zeigt eine Dialogbox für eine Ja/Nein-Entscheidung an.

--inputbox text höhe breite
    ermöglicht die Eingabe einer Textzeile.

--textbox datei höhe breite
    zeigt die Textdatei an (ohne Editiermöglichkeit, aber mit Scrolling).

--menu text h b menühöhe menüpkt1 menütext1 mp2 mt2 ...
    ermöglicht die Auswahl einer Option (eines Menüpunkts).

--checklist text höhe breite listenhöhe
    option1 text1 status1 option2 text2 status2 ...
    ermöglicht die gleichzeitige Auswahl mehrerer Optionen.
```

dialog liefert als Rückgabewert 0, wenn der Dialog mit OK oder YES beendet wurde, 1, wenn der Dialog mit CANCEL oder NO beendet wurde, oder 255, wenn der Dialog mit  beendet wurde. Bei den Dialogtypen, die einen Text, Menütitel oder eine Liste von Optionen als Ergebnis liefern, werden die Resultate in die Standardfehlerdatei geschrieben. Im Normalfall ist daher eine Umleitung in eine temporäre Datei mit `2> tmp` erforderlich. Nach dem Ende der Eingabe kann diese Datei ausgewertet werden.

Beispiel

```
user$ dialog --clear --inputbox \
    'Geben Sie einen Dateinamen ein' 10 60 2> tmp
```

Das obige Kommando fordert den Anwender zur Eingabe eines Dateinamens auf. Der Name kann anschließend aus der Datei `tmp` gelesen werden. Ein eventueller Abbruch des Dialogs kann durch die Auswertung von `$?` festgestellt werden.

dirname zeichenkette

dirname liefert den Pfad eines vollständigen Dateinamens. `dirname /usr/bin/groff` liefert also `/usr/bin`.

dirs

dirs zeigt die Liste der durch `pushd` gespeicherten Verzeichnisse an (siehe Seite 911).

echo [optionen] zeichenkette

echo gibt die angegebene Zeichenkette auf dem Bildschirm aus. Die Zeichenkette sollte in doppelte oder einfache Hochkommata gestellt werden.

- e beachtet unter anderem die Sonderzeichen \a (Beep), \n (Zeilenende) und \t (Tabulator) in der Zeichenkette. Durch echo -e "\a" kann also ein Warnton ausgegeben werden.
- n wechselt beim Ende der Ausgabe nicht in eine neue Zeile. Die Ausgabe kann durch eine weitere echo-Anweisung fortgesetzt werden.

eval \$var

eval interpretiert den Inhalt der Variablen als Kommandozeile, wertet diese Zeile aus (mit allen bekannten Substitutionsmechanismen) und führt das Kommando schließlich aus. eval ist immer dann erforderlich, wenn ein in einer Variablen gespeichertes Kommando ausgeführt werden soll und dieses Kommando diverse Sonderzeichen der Shell enthält.

Beispiel

```
user$ kom="ls | more"
user$ $kom
ls: |: No such file or directory
ls: more: No such file or directory
user$ eval $kom
```

Erst mit der Verwendung von eval kann das in der Variablen kom gespeicherte Kommando ausgeführt werden. Der erste Versuch, das Kommando auszuführen, scheitert, weil die bash das Pipe-Zeichen | nicht mehr auswertet, nachdem sie \$kom durch seinen Inhalt ersetzt hat.

exec kommando

exec startet das angegebene Kommando als Ersatz zur laufenden bash. Das Kommando kann beispielsweise dazu verwendet werden, eine andere Shell zu starten. Die laufende Shell wird dadurch auf jeden Fall beendet. (Bei einem normalen Kommandostart bleibt die bash im Hintergrund aktiv, bis das Kommando beendet ist.)

exit [rückgabewert]

exit beendet ein Shell-Programm. Wenn kein Rückgabewert angegeben wird, gibt das Programm 0 (ok) zurück.


```
export [optionen] variable [=wert]
```

`export` deklariert die angegebene Shell-Variable als Umgebungsvariable. Damit ist die Variable auch in allen aufgerufenen Kommandos und Subshells verfügbar. Optional kann dabei auch eine Variablenzuweisung erfolgen. Wenn das Kommando ohne Parameter aufgerufen wird, werden alle Umgebungsvariablen angezeigt.

`-n` macht eine Umgebungsvariable wieder zu einer normalen Shell-Variablen. Das Kommando hat damit genau die umgekehrte Wirkung wie bei der Verwendung ohne Optionen.

```
expr zeichenkette : muster
```

`expr` kann zur Auswertung arithmetischer Ausdrücke, zum Vergleich zweier Zeichenketten etc. eingesetzt werden. Von `test` und dem Substitutionsmechanismus `$[...]` unterscheidet sich `expr` insofern, als es in der oben angeführten Syntaxvariante Mustervergleiche für Zeichenketten durchführen kann (reguläre Ausdrücke). Im Muster können die bei `grep` beschriebenen Jokerzeichen verwendet werden (siehe Seite 941). Das Muster muss normalerweise in Apostrophe gestellt werden, um eine Auswertung der Sonderzeichen durch die Shell zu vermeiden.

`expr` liefert als Ergebnis die Anzahl der Zeichen zurück, die dem Muster entsprechen. Wenn das Muster oder Teile des Musters zwischen `\ (` und `\)` eingeschlossen sind, liefert `expr` die passende Zeichenkette.

Beispiele

```
user$ expr abcdefghi : a.*g
7
user$ expr abc_efg_hij : '.*_\(.*\)_.*'
efg
```

```
file [optionen] datei
```

`file` versucht festzustellen, welchen Datentyp die als Parameter angegebene Datei hat. Als Ergebnis liefert `file` eine Zeichenkette mit dem Dateinamen und dem Typ der Datei (z. B. *test.ps: PostScript text conforming*). *Achtung:* Textdateien mit deutschen Sonderzeichen werden nicht als Textdateien klassifiziert, sondern als `data`. Auch sonst funktioniert die Klassifizierung nicht für alle Dateitypen zuverlässig. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie auf Seite 229.

`-z` versucht den Datentyp einer komprimierten Datei zu erkennen. Dabei wird die Datei `/etc/magic` ausgewertet.

```
for var [in liste;] do  
    kommandos  
done
```

`for` bildet eine Schleife. In die angegebene Variable werden der Reihe nach alle Listenelemente eingesetzt. Die Liste kann auch mit Jokerzeichen für Dateinamen oder mit `{ ... }`-Elementen zur Zusammensetzung von Dateinamen gebildet werden. Wenn auf die Angabe der Liste verzichtet wird, durchläuft die Variable alle der Shell-Datei übergebenen Parameter (also in `$*`).

```
[ function ] name()  
{ kommandos }
```

`function` definiert eine Subfunktion, die innerhalb der Shell-Datei wie ein neues Kommando aufgerufen werden kann. Innerhalb der Funktion können mit `local` lokale Variablen definiert werden. Funktionen können rekursiv aufgerufen werden. Den einzelnen Funktionen können Parameter wie Kommandos übergeben werden. Innerhalb der Funktion können diese Parameter den Variablen `$1`, `$2` etc. entnommen werden.

```
if bedingung; then  
    kommandos  
[elif bedingung; then  
    kommandos]  
[else  
    kommandos]  
fi
```

Das `if`-Kommando leitet eine Verzweigung ein. Der Block nach `then` wird nur ausgeführt, wenn die Bedingung erfüllt ist. Andernfalls werden (beliebig viele, optionale) `elif`-Bedingungen ausgewertet. Gegebenenfalls wird der ebenfalls optionale `else`-Block ausgeführt.

Als Bedingung können mehrere Kommandos angegeben werden. Nach dem letzten Kommando muss ein Strichpunkt folgen. Als Kriterium gilt der Rückgabewert des letzten Kommandos. Vergleiche und andere Tests können mit dem Kommando `test` durchgeführt werden (siehe Seite 912). Statt `test` ist auch eine Kurzschreibweise in eckigen Klammern zulässig, dabei muss aber nach `[` und vor `]` jeweils ein Leerzeichen angegeben werden.

```
local var [=wert]
```

`local` definiert eine lokale Variable. Das Kommando kann nur innerhalb einer selbst definierten Funktion verwendet werden (siehe `function`). Vor und nach dem Gleichheitszeichen dürfen keine Leerzeichen angegeben werden.

popd

popd wechselt zurück in ein zuvor mit **pushd** gespeichertes Verzeichnis. Das Verzeichnis wird aus der Verzeichnisliste entfernt.

printf format para1 para2 para3 ...

printf erlaubt es, formatierte Ausgaben in der Syntax des C-Kommandos **printf** durchzuführen. Detaillierte Informationen zu den Formatierungsmöglichkeiten erhalten Sie mit `man 3 printf`.

pushd verzeichnis

pushd speichert das aktuelle Verzeichnis und wechselt anschließend in das angegebene Verzeichnis. Mit **popd** kann in das ursprüngliche Verzeichnis zurückgewechselt werden. **dirs** zeigt die Liste der gespeicherten Verzeichnisse an.

read [var1 var2 var3 ...]

read liest eine Zeile Text in die angegebenen Variablen. **read** erwartet die Daten aus der Standardeingabe. Wenn keine Variable angegeben wird, schreibt **read** die Eingabe in die Variable **REPLY**. Wenn genau eine Variable angegeben wird, schreibt **read** die gesamte Eingabe in diese eine Variable. Wenn mehrere Variablen angegeben werden, schreibt **read** das erste Wort in die erste Variable, das zweite Wort in die zweite Variable ... und den verbleibenden Rest der Eingabe in die letzte Variable. Wörter werden dabei durch Leer- oder Tabulatorzeichen getrennt.

Das **read**-Kommando sieht keine Möglichkeit vor, einen Infotext als Eingabeaufforderung auszugeben. Deswegen ist es zweckmäßig, den Anwender vor der Ausführung von **read**-Kommandos mit **echo -n** über den Zweck der Eingabe zu informieren.

readonly

readonly zeigt die schreibgeschützten Variablen der Shell an. Variablen können mit **declare -r** vor Veränderungen geschützt werden.

setterm [option]

setterm verändert diverse Einstellungen des Terminals. Wenn das Kommando ohne die Angabe einer Option ausgeführt wird, zeigt es eine Liste aller möglichen Optionen an. Einige Optionen werden auf Seite 964 beschrieben. Nützliche Optionen zur Shell-Programmierung sind:

-bold on | off

aktiviert bzw. deaktiviert die fette Schrift. In Textkonsolen erscheint der Text zwar nicht fett, aber immerhin in einer anderen Farbe als der sonstige Text.

- clear
löscht den Bildschirm.
- default
stellt Farben und Textattribute auf die Defaulteinstellung zurück.
- half-bright on | off
stellt hervorgehobene Schrift ein/aus.
- reverse on | off
stellt inverse Schrift ein/aus.
- underline on | off
stellt unterstrichene Schrift ein/aus.

shift [n]

shift schiebt die dem Shell-Programm übergebene Parameterliste durch die vordefinierten Variablen \$1 bis \$9. Wenn **shift** ohne Parameter verwendet wird, werden die Parameter um eine Position verschoben, andernfalls um *n* Positionen. **shift** ist besonders dann eine wertvolle Hilfe, wenn mehr als neun Parameter angesprochen werden sollen. *Achtung:* Einmal mit **shift** aus den Variablen geschobene Parameter können nicht mehr angesprochen werden. Sie werden auch aus der Variablen \$* entfernt.

sleep zeit

sleep versetzt das laufende Programm für die angegebene Zeit in den Ruhezustand. Das Programm konsumiert in dieser Zeit praktisch keine Rechenzeit. Die Zeitangabe erfolgt normalerweise in Sekunden. Optional können die Buchstaben m, h oder d angehängt werden, um die Zeit in Minuten, Stunden oder Tagen anzugeben.

source datei

source führt die angegebene Shell-Datei so aus, als befänden sich die darin enthaltenen Kommandos an der Stelle des **source**-Kommandos. Nach der Ausführung der Datei wird das laufende Shell-Programm in der nächsten Zeile fortgesetzt. Zur Ausführung der angegebenen Datei wird keine neue Shell gestartet. Alle Variablen (inklusive der Parameterliste) gelten daher auch für die angegebene Datei. Wenn in dieser Datei **exit** ausgeführt wird, kommt es *nicht* zu einem Rücksprung in das Programm mit dem **source**-Kommando, sondern zu einem sofortigen Ende der Programmausführung. Zu **source** existiert die Kurzform **._datei** (._ steht für ein Leerzeichen).

test ausdruck

test wird zur Formulierung von Bedingungen verwendet und zumeist in **if**-Abfragen und Schleifen eingesetzt. Je nachdem, ob die Bedingung erfüllt ist, liefert es den Wahrheitswert 0 (wahr) oder 1 (falsch). Statt **test** kann auch die Kurzschreibweise **[_ausdruck_]** verwendet werden, wobei Leerzeichen vor und nach dem Ausdruck angegeben werden müssen.

Zeichenketten

[zk]	wahr, wenn die Zeichenkette nicht leer ist
[-z zk]	wahr, wenn die Zeichenkette leer ist (0 Zeichen)
[zk1 = zk2]	wahr, wenn die Zeichenketten übereinstimmen
[zk1 != zk2]	wahr, wenn die Zeichenketten voneinander abweichen

Wenn Zeichenketten aus Variablen verglichen werden, sollten die Variablen in Hochkommata gestellt werden (z. B. ["\$a" = "\$b"]). Andernfalls kann es zu einer Fehlermeldung kommen, wenn die Variable mehrere durch Leerzeichen getrennte Wörter enthält.

Zahlen

[z1 -eq z2]	wahr, wenn die Zahlen gleich sind (equal)
[z1 -ne z2]	wahr, wenn die Zahlen ungleich sind (not equal)
[z1 -gt z2]	wahr, wenn z1 größer z2 ist (greater than)
[z1 -ge z2]	wahr, wenn z1 größer gleich z2 ist (greater equal)
[z1 -lt z2]	wahr, wenn z1 kleiner z2 ist (less than)
[z1 -le z2]	wahr, wenn z1 kleiner gleich z2 ist (less equal)

Dateien (auszugsweise)

[-d dat]	wahr, wenn es sich um ein Verzeichnis handelt (directory)
[-e dat]	wahr, wenn die Datei existiert (exist)
[-f dat]	wahr, wenn es sich um eine einfache Datei (und nicht um ein Device, ein Verzeichnis ...) handelt (file)
[-L dat]	wahr, wenn es sich um einen symbolischen Link handelt
[-r dat]	wahr, wenn die Datei gelesen werden darf (read)
[-s dat]	wahr, wenn die Datei mindestens 1 Byte lang ist (size)
[-w dat]	wahr, wenn die Datei verändert werden darf (write)
[-x dat]	wahr, wenn die Datei ausgeführt werden darf (execute)
[dat1 -ef dat2]	wahr, wenn beide Dateien denselben I-Node haben (equal file)
[dat1 -nt dat2]	wahr, wenn Datei 1 neuer als Datei 2 ist (newer than)

Verknüpfte Bedingungen

[! bed]	wahr, wenn die Bedingung nicht erfüllt ist
[bed1 -a bed2]	wahr, wenn beide Bedingungen erfüllt sind (and)
[bed1 -o bed2]	wahr, wenn mindestens eine der Bedingungen erfüllt ist (or)

trap [kommando] n

trap führt das angegebene Kommando aus, wenn in der bash das angegebene Signal auftritt. Wenn kein Kommando angegeben wird, ignoriert das Programm bzw. die bash das betreffende Signal. Eine Liste aller möglichen Signale und der ihnen zugeordneten Kennnummern liefert `trap -l`.

ulimit option grenzwert

ulimit begrenzt die beanspruchten Systemressourcen, die von der Shell und den aus ihr gestarteten Prozessen in Anspruch genommen werden. Größenangaben erfolgen generell in kByte. ulimit wird oft in `/etc/profile` voreingestellt.

- c speicher
beschränkt die Größe von core-dumps (also des Speicherabbilds, das bei einem Programmabsturz automatisch auf der Festplatte gespeichert wird).
- d speicher
beschränkt den Speicher für das Datensegment von Prozessen.
- f dateigröße
verhindert die Erzeugung von Dateien, die größer als der angegebene Grenzwert sind. Funktioniert nicht mit allen Dateisystemen.
- s speicher
beschränkt den Stackspeicher.

unalias abkürzung

unalias löscht eine vorhandene Abkürzung. Wenn das Kommando mit der Option `-a` aufgerufen wird, löscht es alle bekannten Abkürzungen.

unset variable

unset löscht die angegebene Variable.

until bedingung; **do**
kommandos
done

until dient zur Bildung von Schleifen. Die Schleife wird so lange ausgeführt, wie die angegebene Bedingung erfüllt ist. Das Schleifenkriterium ist der Rückgabewert des Kommandos, das als Bedingung angegeben wird. Vergleiche und Tests werden mit dem Kommando `test` oder dessen Kurzform in eckigen Klammern durchgeführt (siehe Seite 912).

```
wait [prozessnummer]
```

`wait` wartet auf das Ende des angegebenen Hintergrundprozesses. Wenn keine Prozessnummer angegeben wird, wartet das Kommando auf das Ende aller laufenden, von der Shell gestarteten Hintergrundprozesse.

```
while bedingung; do
    kommandos
done
```

`while` dient zur Bildung von Schleifen. Die Schleife wird so lange ausgeführt, bis die angegebene Bedingung zum ersten Mal nicht mehr erfüllt ist. Das Schleifenkriterium ist der Rückgabewert des Kommandos, das als Bedingung angegeben wird. Vergleiche und Tests werden mit dem Kommando `test` oder dessen Kurzform in eckigen Klammern durchgeführt (siehe Seite 912).

21.7 Referenz aller Sonderzeichen

Sowohl bei der Eingabe von Kommandos als auch bei der Shell-Programmierung kann eine unüberschaubare Fülle von Sonderzeichen für diverse Aktionen verwendet werden. Die folgende Tabelle fasst alle Sonderzeichen zusammen, die in Kapitel 20 (bash-Einführung) und in diesem Kapitel behandelt wurden.

bash-Sonderzeichen

<code>;</code>	trennt mehrere Kommandos
<code>:</code>	Shell-Kommando, das nichts tut
<code>.</code>	Shell-Programm ohne eigene Subshell starten (<code>. datei</code>) (entspricht <code>source datei</code>)
<code>#</code>	leitet einen Kommentar ein
<code>#!/bin/sh</code>	identifiziert die gewünschte Shell für das Shell-Programm
<code>&</code>	führt das Kommando im Hintergrund aus (<code>kom &</code>)
<code>&&</code>	bedingte Kommandoausführung (<code>kom1 && kom2</code>)
<code>&></code>	Umleitung von Standardausgabe und Standardfehler
<code> </code>	bildet Pipes (<code>kom1 kom2</code>)
<code> </code>	bedingte Kommandoausführung (<code>kom1 kom2</code>)
<code>*</code>	Jokerzeichen für Dateinamen (beliebig viele Zeichen)
<code>?</code>	Jokerzeichen für Dateinamen (ein beliebiges Zeichen)
<code>[abc]</code>	Jokerzeichen für Dateinamen (ein Zeichen aus <code>abc</code>)
<code>[ausdruck]</code>	Kurzschreibweise für <code>test</code>
<code>~</code>	Abkürzung für das Heimatverzeichnis

bash-Sonderzeichen (Fortsetzung)

>	Ausgabeumleitung in eine Datei (kom > dat)
>>	Ausgabeumleitung; an vorhandene Datei anhängen
>&	Umleitung von Standardausgabe und Standardfehler
<	Eingabeumleitung aus einer Datei (kom < dat)
<< ende	Eingabeumleitung aus der aktiven Datei bis zu ende
(...)	Kommandos in derselben Shell ausführen ((kom1; kom2))
{...}	Kommandos gruppieren
{ , , }	Zeichenketten zusammensetzen (a{1,2,3} → a1 a2 a3)
[...]	Kurzschreibweise für test ...
\$	Kennzeichnung von Variablen (echo \$var)
\$!	PID des zuletzt gestarteten Hintergrundprozesses
\$\$	PID der aktuellen Shell
\$0	Dateiname des gerade ausgeführten Shell-Scripts
\$1 bis \$9	die ersten neun dem Kommando übergebenen Parameter
\$#	Anzahl der dem Shell-Programm übergebenen Parameter
\$* oder \$@	Gesamtheit aller übergebenen Parameter
\$(...)	Kommandosubstitution (echo \$(ls))
\${...}	diverse Spezialfunktionen zur Bearbeitung von Zeichenketten
\$[...]	arithmetische Auswertung (echo \${2+3})
"..."	Auswertung der meisten Sonderzeichen verhindern
'...'	Auswertung aller Sonderzeichen verhindern
`...`	Kommandosubstitution (echo `ls`)
\zeichen	hebt die Wirkung des Sonderzeichens auf

Kapitel 22

Kommandoreferenz

Dieses Kapitel enthält eine alphabetische Referenz der wichtigsten Linux-Kommandos. Probleme bereitet dabei der Begriff Kommando. Genau genommen kennt Linux keine Unterscheidung zwischen Kommandos, wie sie in diesem Kapitel beschrieben werden, und sehr viel komplexeren Programmen (etwa Texteditoren oder Programmiersprachen), die jeweils in eigenen Kapiteln beschrieben werden. Außerdem werden in diesem Kapitel einige Kommandos beschrieben, die gar keine echten Linux-Programme, sondern nur Kommandos der gerade aktiven Shell (zumeist der `bash`, siehe Kapitel 20) sind. Ein typisches Beispiel dafür ist das ständig eingesetzte Kommando `cd` zum Wechseln des aktuellen Verzeichnisses.

Dieses Kapitel soll Ihnen eine einheitliche Übersicht über alle Kommandos geben, die Sie beim täglichen Gebrauch von Linux zur Verwaltung des Dateisystems, zum Starten und Beenden von Prozessen, zur Bearbeitung von Textdateien und für administrative Aufgaben benötigen. Diese Zielsetzung war letztendlich auch das Kriterium für die Auswahl der Kommandos für dieses Kapitel. Auf manche – selten benötigte – Kommandos wurde aus Platzgründen ganz verzichtet. Andere Kommandos werden in Kapiteln beschrieben, in die sie inhaltlich besser passen. (So finden Sie Kommandos zur Shell-Programmierung in Kapitel 21.)

Je nach Umfang der Linux-Distribution, die auf Ihrem Rechner installiert ist, kann es vorkommen, dass einige der hier beschriebenen Kommandos fehlen bzw. separat installiert werden müssen. Das gilt beispielsweise für die `mttools`-Kommandos zur Bearbeitung von DOS-Disketten, die oft in einem eigenen Paket untergebracht sind.

22.1 Thematische Übersicht der Kommandos

Dateiverwaltung

cat	verbindet mehrere Dateien zu einer Gesamtdatei
cd	wechselt das aktuelle Verzeichnis
chgrp	ändert die Gruppenzugehörigkeit einer Datei
chmod	ändert die Zugriffsbits einer Datei
chown	ändert den Besitzer einer Datei
cp	kopiert Dateien
ln	stellt feste und symbolische Links zu Dateien her
ls	zeigt das Inhaltsverzeichnis an
mkdir	erzeugt ein neues Verzeichnis
mv	verschiebt Dateien bzw. ändert ihren Namen
rm	löscht Dateien
rmdir	löscht Verzeichnisse
split	zerlegt eine Datei in Teildateien mit vorgegebener Größe
tee	dupliziert die Standardeingabe

Dateien suchen

find	sucht Dateien nach Name, Datum, Größe etc.
locate	sucht Dateien in einer dafür vorbereiteten Datenbank
slocate	aktualisiert die Suchdatenbank für locate
updatedb	aktualisiert die Suchdatenbank für locate
whereis	sucht Dateien in typischen bin-Verzeichnissen
which	durchsucht die PATH-Verzeichnisse nach Kommandos

Zugriff auf MS-DOS-Disketten

fdformat	formatiert eine Diskette (low level)
mattrib	verändert die Attribute der Datei
mcd	wechselt das aktuelle Verzeichnis
mcopy	kopiert Dateien von bzw. nach Linux
mdel	löscht Dateien
mdir	zeigt das Inhaltsverzeichnis an
mformat	richtet ein DOS-Dateisystem ein
mlabel	verändert den Namen der Diskette
mmd	erzeugt ein neues Verzeichnis
mrd	löscht Verzeichnisse
mread	kopiert Dateien von DOS nach Linux
mren	ändert den Namen von Dateien
mtype	zeigt den Inhalt von Textdateien an
mwrite	kopiert Dateien von Linux nach DOS

Bearbeitung von Texten

cat	zeigt die Datei an bzw. vereint mehrere Texte
csplit	zerlegt den Text an vorgegebenen Stellen in Einzeldateien
cut	extrahiert Spalten aus jeder Zeile des Textes
expand	ersetzt Tabulator- durch Leerzeichen
fold	zerlegt lange Textzeilen in kürzere
grep	sucht Texte innerhalb der Datei
head	zeigt die ersten Zeilen der Datei an
less	zeigt Dateien seitenweise an (mit Rückwärtsbewegung)
more	zeigt Dateien seitenweise an
paste	vereint mehrere Texte zeilenweise
recode	konvertiert zwischen verschiedenen Zeichensätzen
sed	Stream-Editor (programmierbarer Editor)
sort	sortiert Dateien
tac	zeigt Dateien in umgekehrter Reihenfolge an (die letzte Zeile zuerst)
tail	zeigt das Ende der Datei an
tr	ersetzt vorgegebene Zeichen durch andere Zeichen
uniq	eliminiert mehrfach auftretende Zeilen in einer Textdatei
zcat	zeigt eine komprimierte Textdatei an
zless	zeigt eine komprimierte Textdatei an (auch rückwärts)
zmore	zeigt eine komprimierte Textdatei seitenweise an

Komprimieren und Archivieren von Dateien

bunzip2	dekomprimiert Dateien, die mit bzip2 komprimiert wurden
bzip2	komprimiert Dateien; leistungsfähiger als gzip
cpio	überträgt Archivdateien zwischen unterschiedlichen Dateisystemen
compress	komprimiert Dateien
gunzip	dekomprimiert Dateien, die mit gzip komprimiert wurden
gzip	komprimiert Dateien; leistungsfähiger als compress
mt	steuert den Streamer (Vor- und Rückspulen etc.)
tar	vereint mehrere Dateien (und Verzeichnisse) in einer Datei
uncompress	dekomprimiert durch compress komprimierte Dateien

Programm-/Prozessverwaltung

bg	setzt einen Prozess im Hintergrund fort
fg	setzt einen Prozess im Vordergrund fort
halt	beendet Linux und hält den Rechner an
kill	versendet Signale (meist zum vorzeitigen Beenden von Prozessen)
killall	wie kill, der Prozess wird mit Namen genannt
nice	startet ein Programm mit verringerter Priorität

nohup	startet einen 'unzerstörbaren' Prozess
ps	zeigt die Liste der laufenden Prozesse an
pstree	wie ps, macht die Abhängigkeiten besser sichtbar
reboot	beendet Linux und startet den Rechner neu
renice	verändert die Priorität eines laufenden Prozesses
shutdown	beendet Linux
sudo	führt ein Programm als root aus
top	zeigt alle fünf Sekunden eine Liste aller Prozesse an

Verwaltung von Benutzern und Gruppen

chgrp	ändert die Gruppenzugehörigkeit einer Datei
chown	ändert den Besitzer einer Datei
chsh	verändert die Default-Shell eines Benutzers
groupdel	löscht eine Gruppe
groupadd	richtet eine neue Gruppe ein
groupmod	verändert Gruppeneigenschaften
groups	zeigt die Gruppen des aktuellen Benutzers an
id	zeigt die aktuelle Benutzer- und Gruppen-ID-Nummer an
newgrp	ändert die aktive Gruppe eines Benutzers
passwd	verändert das Passwort eines Benutzers
userdel	löscht einen Benutzer
useradd	richtet einen neuen Benutzer ein
usermod	verändert Benutzereigenschaften

Administration des Dateisystems

badblocks	testet, ob Datenträger (Disketten) defekte Sektoren enthalten
dd	kopiert Datenblöcke zwischen Devices (low level)
df	zeigt den freien Speicher auf der Festplatte an
du	ermittelt den Platzbedarf eines Verzeichnisses
dumpe2fs	zeigt interne Informationen über ein ext2-Dateisystem an
e2fsck	repariert ein ext2-Dateisystem
fdformat	formatiert eine Diskette
fdisk	partitioniert die Festplatte
fsck	repariert ein Dateisystem (Frontend)
mkfifo	erzeugt eine FIFO-Datei (eine benannte Pipe)
mkfs	richtet ein Dateisystem ein
mknod	erstellt Device-Dateien
mkswap	richtet eine Datei oder eine Partition als Swap-Bereich ein
mount	bindet ein Device (z. B. eine Festplatte) in das Dateisystem ein
swapoff	deaktiviert eine Swap-Datei oder -Partition
swapon	aktiviert eine Swap-Datei oder -Partition
sync	führt alle gepufferten Schreiboperationen aus
tune2fs	verändert Systemparameter eines ext2-Dateisystems

Bildschirm und Terminal

<code>reset</code>	stellt die Zeichensatzzuordnung wieder her
<code>restorefont</code>	stellt den VGA-Zeichensatz wieder her
<code>restore-palette</code>	stellt die VGA-Farbpalette wieder her
<code>setfont</code>	verändert den VGA-Zeichensatz
<code>setterm</code>	verändert diverse Terminaleinstellungen

Online-Hilfe

<code>apropos</code>	sucht Kommandos zu einem Thema
<code>info</code>	startet das <code>info</code> -System
<code>man</code>	zeigt die Beschreibung eines Kommandos an
<code>whatis</code>	zeigt eine Kurzbeschreibung (eine Zeile) eines Kommandos an

Sonstiges

<code>alias</code>	definiert eine Abkürzung
<code>cksum</code>	berechnet die CRC-Prüfsumme zu einer Datei
<code>date</code>	zeigt Datum und Uhrzeit an
<code>dmesg</code>	zeigt die Kernel-Meldungen des Bootvorgangs an
<code>expr</code>	führt einfache Integer-Berechnungen durch
<code>free</code>	zeigt den freien Speicherplatz (RAM und Swap-Speicher) an
<code>hash</code>	zeigt die Hash-Tabelle an
<code>ldd</code>	zeigt die erforderlichen Libraries für ein Programm an
<code>lpr</code>	druckt eine Datei aus
<code>md5sum</code>	berechnet eine Prüfsumme zu einer Datei
<code>printenv</code>	zeigt nur die Umgebungsvariablen an
<code>rdev</code>	verändert einige Bytes in der Kernel-Datei
<code>set</code>	zeigt alle der Shell bekannten Variablen an
<code>sum</code>	berechnet die Prüfsumme zu einer Datei
<code>tty</code>	zeigt den Device-Namen des aktuellen Terminals an
<code>type</code>	gibt den Typ eines Kommandos an (z. B. Shell-Kommando)
<code>unalias</code>	löscht eine Abkürzung
<code>uname</code>	zeigt den Betriebssystemnamen und die Versionsnummer an

In Kapitel 20 wird die `bash` beschrieben. Diese Linux-Standard-Shell ist nicht nur Ihr Interpreter bei der Eingabe von Kommandos. Die Shell ermöglicht es auch, einfache Shell-Script-Programme (das sind Batch- oder Stapeldateien) zu schreiben. In ihrer Anwendung sehen Shell-Script-Programme oft wie echte Unix-Kommandos aus. Kapitel 21 führt in die Grundlagen der Shell-Programmierung ein und liefert einige Beispiele, in denen auch die hier vorgestellten Kommandos eingesetzt werden. Ab Seite 903 finden Sie außerdem eine Referenz von Kommandos, die speziell zur Script-Programmierung eingesetzt werden.

22.2 Alphabetische Kommandoreferenz

Die meisten in diesem Kapitel beschriebenen Kommandos können durch zahllose Optionen gesteuert werden. Die Angabe der Optionen erfolgt vor allen weiteren Parametern. Optionen werden entweder mit dem Bindestrich - eingeleitet, dem ein oder mehrere Buchstaben folgen, oder mit zwei Bindestrichen -- zur Angabe von längeren Optionsnamen, die zu den Optionsbuchstaben äquivalent (aber aussagekräftiger) sind.

Die beiden folgenden `ls`-Kommandos sind gleichwertig und zeigen jeweils alle Dateien und Verzeichnisse im `/root`-Verzeichnis an, wobei (mit Ausnahme von `.` und `..`) auch alle Dateien berücksichtigt werden, die mit dem Zeichen `.` beginnen. (Eine genaue Beschreibung des Kommandos und seiner Optionen finden Sie auf Seite 948.)

```
user$ ls -l -A /root
user$ ls --format=long --almost-all /root
```

Bei manchen Kommandos können mehrere Optionen als Gruppe angegeben werden (also `-ab` statt `-a -b`). Manche Kommandos kommen auch mit Optionen zurecht, die hinter dem oder den eigentlichen Parametern angegeben werden. Das sollte Sie aber nicht zu dem Schluss verleiten, dass das für alle Kommandos gilt!

```
user$ ls -lA /root
user$ ls /root -lA
```

Bei einigen wenigen Kommandos hat auch die Reihenfolge der Parameter einen Einfluss darauf, wie das Kommando ausgeführt wird. Wenn Optionen angegeben werden, die einander gegenseitig logisch ausschließen, gilt in der Regel die letzte angegebene Option.

Um das Kapitel nicht unnötig aufzublähen, wurden bei den meisten Kommandos nur die wichtigsten Optionen beschrieben. Eine vollständige Übersicht aller Optionen liefert bei den meisten Kommandos `kommandoname -help` (↩). Ausführlichere Informationen sind zumeist in den Manalseiten enthalten, die mit `man name` bzw. mit `man 1 name` angezeigt werden können. Bei manchen Kommandos enthalten die `man`-Seiten lediglich einen Verweis auf die `info`-Texte, die entsprechend mit `info name` angezeigt werden.

```
alias [abkürzung [ =kommando]]
```

`alias` definiert eine neue Abkürzung bzw. zeigt eine vorhandene Abkürzung an. Wenn `alias` ohne weitere Parameter verwendet wird, werden alle definierten Abkürzungen angezeigt. `alias` ist ein `bash`-Kommando und wird auf Seite 865 ausführlicher behandelt.

Beispiel

```
user$ alias ll="ls -l"
definiert die Abkürzung ll für das Kommando ls -l.
```

apropos thema

apropos liefert eine Liste aller man-Texte, die Informationen zum angegebenen Thema enthalten. Wenn apropos nicht funktioniert, fehlen wahrscheinlich die zugrunde liegenden Datenbanken, die mit makewhatis erzeugt werden können (siehe Seite 131).

badblocks device blocks

badblocks überprüft die durch block angegebene Anzahl von Blöcken des Datenträgers. Das Kommando wird in erster Linie zur Überprüfung von Disketten verwendet:

```
user$ badblocks /dev/fd0 1440
```

bg [prozess]

bg setzt einen unterbrochenen Prozess im Hintergrund fort. Wenn keine Prozessnummer angegeben wird, gilt bg für den zuletzt (meist mit Strg+Z) unterbrochenen Prozess. Andernfalls muss der Prozess durch seinen Namen oder durch die bash-interne Jobnummer (nicht PID) angegeben werden. bg ist ein bash-Kommando.

bunzip2 datei.bz2

bunzip2 dekomprimiert eine zuvor mit bzip2 komprimierte Datei. Dabei wird automatisch die Kennung .bz2 im Dateinamen entfernt. bunzip ist ein Link auf bzip2, wobei automatisch die Option -d aktiviert ist.

bzip2 datei

bzip2 ist ein relativ neues Kommando zur Komprimierung von Dateien. Das Kommando liefert im Regelfall um 20 bis 30 Prozent kleinere Dateien als gzip (Seite 944). Allerdings ist die erforderliche Rechenzeit zum Komprimieren deutlich größer.

- c bzw. --stdout oder --to-stdout
lässt die zu (de)komprimierende Datei unverändert und leitet das Ergebnis auf die Standardausgabe (in der Regel auf den Bildschirm) um. Von dort kann es mit > in eine beliebige Datei umgeleitet werden.
- d bzw. --decompress oder --uncompress
dekomprimiert die angegebene Datei, anstatt sie zu komprimieren (entspricht bunzip2).
- 1 bis -9
bestimmt die Menge des erforderlichen Speicherbedarfs für den Komprimierungsalgorithmus (-1 beansprucht nur 1,1 MByte, -9 immerhin 6,7 MByte). Die Defaulteinstellung lautet -9 und liefert die besten Ergebnisse.

cat dateien

cat zeigt den Inhalt der angegebenen Textdatei auf dem Bildschirm an. Bei längeren Texten sollten Sie statt **cat** die Kommandos **more** oder **less** verwenden, die die Anzeige nach jeder Seite stoppen und (nur **less**) auch eine Rückwärtsbewegung im Text ermöglichen (siehe auch **tac** auf Seite 968 zur umgekehrten Textausgabe, also mit der letzten Zeile zuerst).

cat wird häufig auch dazu verwendet, mehrere Dateien zu einer größeren Datei zusammenzusetzen. Dazu muss die Standardausgabe mit **>** in eine Datei umgeleitet werden (siehe Beispiel).

Wenn **cat** irrtümlich auf Binärdateien (statt auf Textdateien) angewandt wird, kann es vorkommen, dass anschließend der Zeichensatz im Text-Terminal zerstört ist – d. h. dass statt Buchstaben und Ziffern nur wirre Zeichen angezeigt werden. Führen Sie in diesem Fall das Kommando **reset** aus.

Beispiel

```
user$ cat teil*.tex > total.tex
```

setzt die Einzeldateien **teil1.tex**, **teil2.tex** etc. zu einer Gesamtdati **total.tex** zusammen.

cd [verzeichnis]

cd wechselt in das angegebene (Unter-)Verzeichnis. Wenn kein Verzeichnis angegeben wird, wechselt **cd** in das Heimatverzeichnis. Wenn als Verzeichnis **-** angegeben wird, wechselt **cd** in das zuletzt gültige Verzeichnis. Das gerade aktuelle Verzeichnis kann mit **pwd** angezeigt werden. (**cd** ist kein eigenständiges Linux-Kommando, sondern ein Shell-Kommando.)

chattr [optionen] [+/-csSu] dateien

chattr verändert die Version der Datei sowie sechs zusätzliche Dateiattribute, die nur bei **ext2fs**-Dateisystemen (Linux-Standard) unterstützt werden. Die Dateiversion gibt an, wie oft die Datei bereits geändert wurde. Die Attribute werden durch **+** gesetzt und durch **-** deaktiviert (also beispielsweise **+S**, um das **sync**-Attribut zu aktivieren). Zur Zeit werden die Attribute **c** und **u** vom Linux-Kernel allerdings noch nicht unterstützt.

+/-a (append)

Die Datei kann nicht gelöscht oder überschrieben, wohl aber verlängert werden.

+/-c (compressed)

Die Datei wird automatisch komprimiert bzw. dekomprimiert.

+/-s (secure deletion)

Die Datei wird beim Löschen durch Zufallsdaten überschrieben und kann nicht mehr rekonstruiert werden.

+/-s (synchronous update)

Jede Änderung der Datei wird sofort physikalisch ausgeführt und nicht in einem Puffer zwischengespeichert.

+/-u (undelete)

Die Datei wird beim Löschen nicht physikalisch überschrieben und kann unter Umständen (mit geeigneten Werkzeugen) gerettet werden.

-R führt das Kommando auch für alle Unterverzeichnisse aus. Nur sinnvoll bei Dateiangaben mit Jokerzeichen.

-v version

verändert die gespeicherte Versionsnummer der Datei.

chgrp [optionen] gruppe dateien

chgrp ändert die Gruppenzugehörigkeit von Dateien. Der Besitzer einer Datei kann diese Datei nur seinen eigenen Gruppen zuordnen. Für einen Benutzer ist das Kommando also nur dann von Bedeutung, wenn er mehreren Gruppen angehört. root kann beliebige Zuordnungen treffen.

-R bzw. --recursive

verändert auch die Gruppenzuordnung von Dateien in allen Unterverzeichnissen. Die Option ist nur sinnvoll, wenn die Dateien durch Jokerzeichen beschrieben werden (etwa *.tex).

chmod [optionen] änderungen dateien

chmod ändert die neun Zugriffsbits von Dateien. Zusammen mit jeder Datei wird gespeichert, ob der Besitzer (owner), die Gruppenmitglieder (group) und andere Benutzer (others) die Datei lesen, schreiben und ausführen dürfen. Die Änderung der Zugriffsbits erfolgt durch die Zeichenkombination *Gruppe* +/- *Zugriffstyp*, also beispielsweise g+w, um allen Gruppenmitgliedern eine Schreiberlaubnis zu geben.

Gruppe: u (user), g (group), o (others) oder a (all)

Zugriffstyp: r (read), w (write) oder x (execute)

Mit chmod können auch die Spezialbits setuid, setgid und sticky gesetzt werden (siehe Seite 217). Die erforderlichen Zeichenkombinationen sehen so aus:

setuid: u+s

setgid: g+s

sticky: +t

Damit setuid wirkt, muss auch das x-Bit für den Besitzer gesetzt sein (u+x).

Damit setgid wirkt, muss auch das x-Bit für die Gruppe gesetzt sein (g+x).

Statt mit Buchstaben kann der Zugriffstyp auch durch eine maximal vierstellige Oktalzahl angegeben werden. Bei den Zugriffsbits ist *u*, *g* und *o* jeweils eine Ziffer zugeordnet. Jede Ziffer ist aus den Werten 4, 2 und 1 für *r*, *w* und *x* zusammengesetzt. 660 bedeutet daher *rw-rw----*, 777 steht für *rw-rwxrwx*. Die drei Spezialbits *setuid*, *setgid* und *sticky* haben die Oktalwerte 4000, 2000 und 1000.

-R bzw. **--recursive**

verändert auch die Zugriffsrechte von Dateien in allen Unterverzeichnissen.

Beispiele

```
user$ chmod a+rx sichere
```

ermöglicht allen Benutzern die Ausführung der Datei *sichere*. Dabei könnte es sich etwa um ein Shell-Script (eine Stapeldatei) zur Erstellung eines Backups handeln.

```
user$ chmod o-rw *.doc
```

entzieht allen Benutzern außerhalb der eigenen Gruppe die Lese- und Schreiberlaubnis für alle **.doc*-Dateien im aktuellen Verzeichnis.

```
root# chmod a+rx /usr/bin/local/newsflash
root# chmod a+w /usr/bin/local/newsflash
root# chmod u+rws /usr/bin/local/newsflash
root# chown news.news /usr/bin/local/newsflash
```

ermöglicht allen Anwendern die Ausführung von *newsflash*. Wegen des *setuid*-Bits verhält sich *newsflash* aber so, als wäre es vom Benutzer *news* gestartet worden.

chown [optionen] user[.gruppe] dateien

chown ändert den Besitzer und (optional) auch die Gruppenzugehörigkeit einer Datei. Der Besitzer einer Datei kann nur von *root* verändert werden, während die Gruppe auch von anderen Benutzern eingestellt werden kann (siehe *chgrp*).

-R bzw. **--recursive**

verändert auch die Gruppenzuordnung von Dateien in allen Unterverzeichnissen.

chsh [user]

chsh verändert die Default-Shell, die automatisch nach dem Einloggen aufgerufen wird. Zur Auswahl stehen alle in */etc/shells* eingetragenen Shells, normalerweise */bin/bash*, */bin/csh* und */bin/ksh*. *chsh* verändert die Datei */etc/passwd* und trägt dort die neue Shell ein. Die Shell eines anderen Anwenders kann nur von *root* verändert werden (während jeder Anwender seine eigene Shell nach Belieben verändern kann).

cksum *datei*

cksum ermittelt die Prüfsumme und die Länge der Datei in Bytes. Die Prüfsumme kann verwendet werden, um rasch und zuverlässig festzustellen, ob zwei Dateien identisch sind (etwa nach einer Datenübertragung per Modem oder bei Virenverdacht). cksum liefert zuverlässigere Ergebnisse als das verwandte Kommando sum.

clear

clear löscht den Bildschirm (die Textkonsole). Das Kommando entspricht dem DOS-Kommando cls.

cmp [*optionen*] *datei1* *datei2*

cmp vergleicht zwei Dateien Byte für Byte und liefert die Position der ersten Abweichung. Wenn die Dateien identisch sind, zeigt das Kommando überhaupt keine Meldung an (siehe auch diff auf Seite 932).

- c bzw. --show-chars
zeigt das jeweils erste Textzeichen an, bei dem sich die Dateien voneinander unterscheiden.
- l bzw. --verbose
liefert eine Liste aller Abweichungen.

compress [*optionen*] *datei*

compress komprimiert bzw. dekomprimiert die angegebene Datei. Den komprimierten Dateien wird an den Dateinamen die Kennung .Z angehängt. Leistungsfähiger als compress ist das Kommando gzip (siehe Seite 944).

- d dekomprimiert die angegebene Datei, anstatt sie zu komprimieren (entspricht uncompress).

cp [*-optionen*] *quelle* *ziel***cp** [*-optionen*] *dateien* *zielverzeichnis*

cp dient zum Kopieren von Dateien. Einzelne Dateien können dabei umbenannt werden. Wenn mehrere Dateien (z. B. durch die Angabe von Jokerzeichen) bearbeitet werden sollen, können diese lediglich in ein anderes Verzeichnis kopiert, nicht aber umbenannt werden. Anweisungen der Art cp *.tex *.bak sind nicht zulässig. Mit cp vergleichbare Kommandos sind mv zum Verschieben und Umbenennen von Dateien sowie ln zur Herstellung von Links. cp unterstützt unter anderem folgende Optionen:

- a bzw. --archive
behält möglichst alle Attribute der Dateien bei. -a ist eine Abkürzung für -dpR.
- b bzw. --backup
benennt bereits vorhandene Dateien in Backup-Dateien um (Dateiname plus ~), anstatt sie zu überschreiben.
- d bzw. --dereference
kopiert bei Links nur den Verweis, nicht aber die Datei, auf die der Link zeigt.
- i bzw. --interactive
fragt, bevor vorhandene Dateien überschrieben werden.
- l bzw. --link
erstellt feste Links (hard links), anstatt die Dateien zu kopieren. Wenn cp mit dieser Option verwendet wird, hat es dieselbe Funktionalität wie ln (siehe Seite 947).
- p bzw. --preserve
lässt die Informationen über Besitzer, Gruppenzugehörigkeit, Zugriffsrechte und den Zeitpunkt der letzten Änderung unverändert. Ohne diese Option gehört die Kopie demjenigen, der cp ausführt (Benutzer und Gruppe), und die Zeitangabe wird auf die aktuelle Zeit gesetzt.
- R bzw. --recursive
kopiert auch Unterverzeichnisse und die darin enthaltenen Dateien.
- s bzw. --symbolic-link
erstellt symbolische Links, anstatt die Dateien oder Verzeichnisse zu kopieren. cp hat damit die Funktionalität von ln -s (siehe Seite 947).
- u bzw. --update
kopiert Dateien nur dann, wenn dabei keine gleichnamige Datei mit neuerem Datum überschrieben wird.

Zum Kopieren ganzer Verzeichnisbäume (womöglich zwischen verschiedenen Festplattenpartitionen) eignet sich auch tar (siehe Seite 969).

Beispiel

```
user$ cp buch/*.tex .
```

kopiert alle *.tex-Dateien aus dem Unterverzeichnis buch in das aktuelle Verzeichnis. Der Punkt gibt dabei als Zielverzeichnis das aktuelle Verzeichnis an.

cpio kommando [optionen] [muster]

cpio fasst mehrere Dateien zu einem Archiv zusammen und kopiert sie auf einen anderen Datenträger (z. B. auf einen Streamer) oder in ein anderes Verzeichnis. Analog kann das Kommando auch zum Wiedereinlesen solcher Daten verwendet werden. Unter Linux ist cpio eher ungebräuchlich, stattdessen wird zumeist tar verwendet. Der größte

Vorteil von `cpio` besteht darin, dass umfangreiche Archive automatisch auf mehrere Dateien verteilt bzw. von ihnen gelesen werden können (ähnlich wie die DOS-Programme `BACKUP` und `RESTORE`).

`cpio` wird beispielsweise bei der Installation von Programmen benötigt, die vom Hersteller mit `cpio` auf Disketten oder Magnetbänder gespielt wurden. Die drei zentralen `cpio`-Kommandos sind:

- o (output) zum Speichern von Daten. Die Dateien werden zu einem Archiv zusammengefasst und an die Standardausgabe geschrieben.
- i (input) zum Einlesen archivierter Daten.
- p (pass through) zur Übertragung von Archiven zwischen verschiedenen Verzeichnissen.

Diese drei Hauptkommandos können durch verschiedene Optionen gesteuert werden. Details dazu finden Sie in den man-Seiten.

```
csplit [optionen] datei trennposition
```

`csplit` zerlegt eine Textdatei an vorgegebenen Stellen in mehrere Einzeldateien. Die Trennposition kann entweder durch eine direkte Zeilenangabe oder durch ein Suchmuster angegeben werden. Das Kommando liefert als Ergebnis die Dateien `xx00`, `xx01` etc. und gibt am Bildschirm deren Längen aus. Durch die Angabe entsprechender Optionen sind natürlich auch 'schönere' Dateinamen möglich. Durch `cat` kann aus diesen Einzeldateien wieder die Originaldatei zusammengesetzt werden. (Siehe auch `split` auf Seite 967 zum Zerlegen von beliebigen – auch binären – Dateien in kleinere Dateien zu je *n* Bytes.)

Angabe der Trennpositionen

Die Trennpositionen werden entweder durch eine Zeilenanzahl oder durch ein Suchmuster angegeben. Im einen Fall wird die Datei nach *n* Zeilen zerlegt, im anderen Fall vor oder nach dem Auftreten des Suchmusters. Wenn `csplit` die Datei mehrfach zerlegen soll (was zumeist der Fall ist), muss hinter der Zeilenanzahl bzw. dem Trennmuster angegeben werden, wie oft die Operation wiederholt werden soll.

n trennt die Datei nach *n* Zeilen.

/muster/

trennt die Datei in der Zeile vor dem Auftreten des Musters. (Die Zeile mit dem gefundenen Muster wird zur ersten Zeile der nächsten Datei.)

`/muster/+n`

`/muster/-n`

trennt die Datei *n* Zeilen nach (+) oder vor (-) dem Auftreten des Musters.

`{n}` zerlegt die Datei in *n*+1 Einzeldateien (und nicht nur in zwei Dateien).

Optionen

`-f datei` bzw. `--prefix=datei`

verwendet den angegebenen Dateinamen zur Benennung der Ausgabedateien.

`-k` bzw. `--keep-files`

bereits erzeugte Dateien werden beim Auftreten eines Fehlers nicht wieder gelöscht. Die Option muss insbesondere bei Musterangaben in der Form *n {*}* verwendet werden. Die Musterangabe erfolgt wie bei `grep`.

`-z` bzw. `--elide-empty-files`

verhindert die Erzeugung leerer Dateien. Ohne diese Option können leere Dateien insbesondere dann auftreten, wenn bereits die erste Zeile der Ausgangsdatei dem Suchmuster entspricht.

Beispiele

```
user$ csplit -k -f teil. total.txt 100 {*}
```

zerlegt `total.txt` in die Dateien `teil.00`, `teil.01` etc. Die Einzeldateien sind jeweils 100 Zeilen lang.

```
user$ csplit -k -f teil. total.txt '/^% ---/' {*}
```

wie oben, allerdings erfolgt die Trennung immer dann, wenn eine Zeile mit dem Text `% ---` beginnt.

cut [optionen] *datei*

`cut` extrahiert aus jeder Zeile eines Textes die durch Optionen angegebenen Spalten.

`-b liste` bzw. `--bytes liste`

extrahiert die in einer Liste angegebenen Zeichen. Einzelne Einträge dürfen durch Kommata (aber nicht durch Leerzeichen) getrennt werden. Statt einzelner Zeichen dürfen auch ganze Bereiche angegeben werden, etwa `-b 3-6,9,11-15`.

`-f liste` bzw. `--fields liste`

wie oben, aber jetzt für Felder (Datensätze), die durch Tabulatorzeichen getrennt sein müssen.

`-d zeichen` bzw. `--delimiter zeichen`

gibt das Trennzeichen für `-f` an, das statt des Tabulatorzeichens verwendet werden soll.

`-s` bzw. `--only-delimited`
eliminiert alle Zeilen, die keine Daten enthalten, die der Option `-f` entsprechen.
Kann nicht zusammen mit `-b` verwendet werden.

Beispiel

```
user$ ls -l | cut -b 1-11,56-
```

filtert das mit `ls` erstellte Dateiverzeichnis durch `cut`. Als Ergebnis werden nur die Zugriffsrechte und die Dateinamen (Zeichen 1 bis 11 sowie alle Zeichen ab dem 56. Zeichen) angezeigt.

date [optionen] [zeit]

`date` zeigt das aktuelle Datum und die Uhrzeit an bzw. verändert diese Daten. (Eine Veränderung darf nur von `root` vorgenommen werden.) `date` kann die Zeit in den verschiedensten Formaten anzeigen (siehe `man`-Texte).

`-s` verändert das Datum und/oder die Uhrzeit (anstatt diese Informationen nur anzuzeigen).

dd [optionen]

`dd` überträgt Daten zwischen verschiedenen Speichermedien (Festplatte, Diskette etc.) und führt dabei auf Wunsch eine Konvertierung der Daten durch. Das Kommando kann unter anderem dazu eingesetzt werden, Daten zwischen verschiedenen Rechnerarchitekturen auszutauschen.

`dd` kann nicht nur einzelne Dateien kopieren, sondern auch direkt auf Devices zugreifen. Damit können ganze Festplatten(partitionen) kopiert, der Bootsektor der Festplatte verändert werden etc. Auf der Festplatte oder Diskette muss kein Dateisystem eingerichtet werden.

Wenn `dd` ohne Optionen verwendet wird, liest es die Daten aus der Standardeingabe (Tastatur, Ende mit `(Strg)+(Z)`) und schreibt in die Standardausgabe (auf den Bildschirm). Beachten Sie, dass die Optionen von `dd` ohne vorangehende Minus-Zeichen angegeben werden!

`conv=modus`

konvertiert die Daten während des Kopierens. Für *modus* sind verschiedene Einstellungen erlaubt, unter anderem `lcase` (Großbuchstaben in Kleinbuchstaben umwandeln), `ucase` (Klein- in Großbuchstaben umwandeln), `swab` (jeweils zwei Byte vertauschen) etc.

`bs=n`

bestimmt die Blockgröße für die Ein- und Ausgabedatei. (Die Blockgröße gibt an, wie viele Bytes jeweils in einem Durchgang gelesen bzw. geschrieben werden.)

`count=n`
kopiert nur *n* Blöcke (und nicht die gesamten Daten).

`ibs=n`
bestimmt die Blockgröße der Quelldatei.

`if=quelldatei`
gibt die Quelldatei (statt der Standardeingabe) an.

`obs=n`
bestimmt die Blockgröße der Zieldatei.

`of=zieldatei`
gibt die Zieldatei (statt der Standardausgabe) an.

Beispiele

```
user$ dd if=/dev/hda of=/boot/bootsec.bak bs=512 count=1
```

überträgt den Bootsektor der ersten IDE-Festplatte in die Backup-Datei `bootsec.bak`.

```
user$ dd if=/vmlinuz of=/dev/fd0
```

kopiert den Kernel direkt in die ersten Sektoren der Diskette. Diese kann dann als Bootdiskette verwendet werden.

df [optionen]

df gibt Auskunft darüber, an welcher Stelle im Dateibaum Festplatten(partitionen) oder andere Laufwerke eingebunden sind und wie viel Speicherplatz darauf verfügbar ist.

- `-i` bzw. `--inodes`
gibt Informationen über die verfügbaren I-Nodes an (statt des freien Speicherplatzes in kByte).
- `-T` gibt für jedes Partition bzw. für jeden Datenträger das Dateisystem an.

diff [optionen] datei1 datei2

diff vergleicht zwei Textdateien. Das Ergebnis ist eine Liste aller Zeilen, die voneinander abweichen. Das Kommando ist relativ 'intelligent', d. h. wenn in einer Datei gegenüber der anderen einige Zeilen eingefügt sind, so wird nur diese Abweichung gemeldet. Weitere Zeilen werden wieder als identisch erkannt, obwohl jetzt unterschiedliche Zeilennummern vorliegen. Das Kommando kann also dazu verwendet werden, die Abweichungen zwischen zwei Versionen eines Programmlistings rasch zu dokumentieren.

- `-b` betrachtet mehrfache Leerzeichen und -zeilen wie einfache Leerzeichen bzw. -zeilen.
- `-w` ignoriert Leerzeichen und Leerzeilen ganz.

dmesg

Die während des Bootvorgangs vom Kernel angezeigten Meldungen können zu einem späteren Zeitpunkt durch `dmesg` angezeigt werden. Die Kernel-Meldungen können beispielsweise bei der Feststellung helfen, welche Hardware erkannt wurde. Die Kernel-Meldungen werden (je nach Einstellung in `/etc/syslog.conf`) auch in `/var/log/messages` gespeichert.

Die nach dem Bootvorgang angezeigten Texte des Init-V-Prozesses (Seite 359) werden nicht gespeichert und können daher auch nicht mit `dmesg` angezeigt werden. Manche Programme oder so genannte Dämonen, die üblicherweise während des Init-V-Prozesses gestartet werden, schreiben aber Protokoll- oder Fehlermeldungen in diverse `/var/log/xxx`-Dateien.

du [optionen] [verzeichnis]

`du` gibt Informationen über den Speicherbedarf von Dateien bzw. von Verzeichnissen aus. Wenn im Verzeichnisparameter eine Dateispezifikation angegeben wird (etwa `*` oder `*.tex`), dann liefert `du` eine Liste mit der Größe aller Dateien. Wird dagegen nur ein Verzeichnis angegeben, ermittelt `du` den Speicherbedarf für alle untergeordneten Verzeichnisse. Die Speicherangaben umfassen auch den Speicherbedarf aller untergeordneten Verzeichnisse. Der letzte Zahlenwert gibt den Gesamtspeicherbedarf aller Dateien und Unterverzeichnisse ab dem angegebenen Verzeichnis an. Alle Angaben erfolgen in kByte.

- b bzw. --bytes
zeigt die Größenangaben in Byte (statt in kByte) an.
- c bzw. --total
zeigt als abschließenden Wert die Endsumme an. Diese Option ist nur notwendig, wenn `du` auf Dateien (und nicht auf Verzeichnisse) angewandt wird. Mit dieser Option kann relativ einfach festgestellt werden, wie viel Speicher alle Dateien mit einer bestimmten Kennung (z. B. `*.tex`) beanspruchen.
- s bzw. --summarize
zeigt *nur* die Endsumme an. Diese Option ist nur sinnvoll, wenn der Speicherbedarf von Verzeichnissen angezeigt wird.
- S bzw. --dereference
zeigt nur den Speicherbedarf unmittelbar im Verzeichnis an. Der Speicherbedarf in Unterverzeichnissen wird *nicht* berücksichtigt.

Beispiele

```
user$ du -bsS  
129377
```

Die Dateien des aktuellen Verzeichnisses beanspruchen 129377 Byte.

```
user$ du
101    ./a/a1
4      ./a/a2
114    ./a
5      ./b
251
```

Der Speicherbedarf der Dateien in a1 beträgt 101 kByte, in a2 4 kByte, in a (inklusive a1 und a2) 114 kByte, in b 5 kByte und im aktuellen Verzeichnis (inklusive a und b) 251 kByte.

```
user$ du -S
101    ./a/a1
4      ./a/a2
9      ./a
5      ./b
132    .
```

Mit der Option `-S` zeigt `du` den Speicherbedarf unmittelbar in den Verzeichnissen an. (Die Summe dieser Werte ergibt wiederum 251 kByte.)

```
user$ du -c *.tex
100    emacs.tex
26     grundl.tex
126    total
```

Alle `*.tex`-Dateien im aktuellen Verzeichnis belegen insgesamt etwa 126 kByte.

dumpe2fs device

`dumpe2fs` gibt viele interne Informationen über den Zustand eines ext2-Dateisystems aus.

e2fsck [optionen] device

`e2fsck` überprüft die Konsistenz eines ext2-Dateisystems und führt gegebenenfalls Reparaturen durch. Das Kommando kann via `fsck` gestartet werden. Seine wichtigsten Optionen werden ab Seite 940 beschrieben.

echo zeichenkette

`echo` zeigt die angegebene Zeichenkette auf dem Bildschirm an. In den meisten Shells ist `echo` als Shell-Kommando implementiert, um eine höhere Geschwindigkeit zu erzielen. `echo` ist vor allem zur Shell-Programmierung nützlich, um während des Ablaufs eines Shell-Skripts Informationen an den Anwender auszugeben. Wenn die Zeichenkette Leer- oder Sonderzeichen enthält, muss sie in einfache oder doppelte Apostrophe eingeschlossen werden (siehe auch Seite 874).

expand [optionen] datei

`expand` ersetzt alle Tabulator-Zeichen durch eine entsprechende Zahl von Leerzeichen. Wenn keine Optionen angegeben werden, nimmt `expand` einen Tabulator-Abstand von acht Zeichen an. Das Ergebnis wird am Bildschirm angezeigt und kann mit `>` in eine Datei umgeleitet werden.

`-n` verändert den Tabulator-Abstand auf `n` Zeichen.

expr ausdruck

`expr` wertet den angegebenen Ausdruck arithmetisch aus oder führt einen Mustervergleich für Zeichenketten aus. Zwischen den angegebenen Variablen, Zahlen und Operatoren müssen jeweils Leerzeichen angegeben werden. Eine kurze Beschreibung aller zulässigen Operatoren finden Sie in den `man`-Seiten zu `expr`.

Wenn Sie die `bash` als Shell verwenden, können Sie darin auch ohne `expr` rechnen: Arithmetische Ausdrücke können dort in der Form `$ [ausdruck]` angegeben werden.

Beispiel

```
user$ expr 2 + 3
liefert das Ergebnis 5.
```

fdformat [-n] laufwerk

`fdformat` führt eine Low-Level-Formatierung einer Diskette durch. Auf die so vorbereitete Diskette kann anschließend mit `mformat` oder mit `mkfs` ein Dateisystem installiert, mit `tar` eine Sicherungskopie oder mit `dd` ein Bootkernel geschrieben werden (siehe Seite 952, 953, 931 bzw. 969).

Die Option `-n` verhindert eine anschließende Überprüfung der Diskette auf Fehler (`verify`). Die Laufwerksangabe erfolgt durch die Angabe der Gerätedatei, beispielsweise `/dev/fd0H1440` zur Formatierung einer $3\frac{1}{2}$ -Zoll-HD-Diskette in Laufwerk A. Folgende Gerätedateien sind gebräuchlich:

<code>/dev/fd0</code>	$3\frac{1}{2}$ -Zoll-Diskette HD in A: (Default 1,4 MByte)
<code>/dev/fd0d360</code>	$5\frac{1}{4}$ -Zoll-Diskette in A:
<code>/dev/fd0D720</code>	$3\frac{1}{2}$ -Zoll-Diskette DD in A:
<code>/dev/fd0H1440</code>	$3\frac{1}{2}$ -Zoll-Diskette HD in A:
<code>/dev/fd0H2880</code>	$3\frac{1}{2}$ -Zoll-Diskette mit 2,88 MBytes in A:
<code>/dev/fd1d360</code>	$5\frac{1}{4}$ -Zoll-Diskette in B:
<code>/dev/fd1D720</code>	$3\frac{1}{2}$ -Zoll-Diskette DD in B:
<code>/dev/fd1h1200</code>	$5\frac{1}{4}$ -Zoll-Diskette HD in B:

Wenn Sie `fdformat` verwenden, ohne vorher auf die Diskette zugegriffen zu haben, meldet sich das Kommando mit dem Fehler *no such device*. Abhilfe schafft `mdir`, wodurch

auf die Diskette zugegriffen wird und die Diskettenparameter gelesen werden. In zukünftigen Linux-Versionen wird `fdformat` möglicherweise durch `superformat` ersetzt.

Beispiel

```
user$ fdformat /dev/fd0 > /dev/null &
```

formatiert eine HD-Diskette im Laufwerk A. Der Prozess wird durch die Angabe von `&` im Hintergrund ausgeführt, sodass Sie sofort weiterarbeiten können. Außerdem leitet die Angabe von `> /dev/null` die Ausgaben von `fdformat` ins Nichts, sodass Sie beim Arbeiten nicht ständig durch die Meldung *Formatting n* gestört werden.

fdisk [optionen] [device]

`fdisk` dient zum Partitionieren von Festplatten. Das Kommando kann nur von `root` ausgeführt werden. Wenn keine Device-Datei angegeben wird, bezieht sich `fdisk` automatisch auf die erste IDE-Festplatte (`/dev/hda`). `fdisk -l` liefert eine Liste aller Partitionen auf allen IDE- und SCSI-Platten. Die Bedienung des Kommandos wird im Zusammenhang mit der Installation von Linux ausführlich beschrieben (siehe Seite 255).

Verwenden Sie `fdisk` nicht für Festplatten, deren Partitionen zurzeit in das Linux-Dateisystem eingebunden (gemountet) sind! Wenn sich das nicht vermeiden lässt, müssen Sie den Rechner nach der Veränderung der Partitionstabelle neu starten, damit die Änderungen wirksam werden. (`fdisk` gibt eine diesbezügliche Warnung aus, die Sie unbedingt ernst nehmen sollten!)

Nachdem Sie Ihr System konfiguriert haben, sollten Sie einen Ausdruck der Ausgaben von `fdisk -l` erstellen und irgendwo aufbewahren, wo Sie ihn wiederfinden können. Diese Informationen sind oft ausreichend, um eine zerstörte Partitionstabelle einer Festplatte wieder herzustellen.

fg [prozess]

`fg` setzt einen Prozess im Vordergrund fort. Wenn kein Prozess angegeben wird, gilt `fg` für den zuletzt unterbrochenen bzw. für den zuletzt im Hintergrund gestarteten Prozess. Andernfalls muss der Prozess durch seinen Namen oder durch die `bash`-interne Jobnummer (nicht PID) angegeben werden. `fg` ist ein `bash`-Kommando. Es kann auch in der Kurzschreibweise `%prozess` verwendet werden. Unterbrechungen können bei vielen Programmen durch `(Strg)+(Z)` erreicht werden.

file datei

`file` versucht festzustellen, welchen Typ von Daten eine Datei enthält. Das Kommando wertet dazu die Datei `/etc/magic` aus. Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm angezeigt (z. B. `data`, `text`, `executable` etc.). Achtung: Textdateien mit deutschen Sonderzeichen werden als `data` interpretiert (nicht als `text`).

find [pfadangabe] [suchoptionen]

`find` hilft bei der Suche nach Dateien, die in den Verästelungen des Verzeichnisbaums versteckt sind. Dabei können verschiedene Suchkriterien (Muster für den Dateinamen, Dateigröße, Datum der Erstellung oder des letzten Zugriffs etc.) bei der Suche berücksichtigt werden. Es besteht sogar die Möglichkeit, auf alle Dateien, die diese Bedingungen erfüllen, mit einem anderen Programm (etwa `grep`) weitere Selektionskriterien anzuwenden. Auf diese Weise könnten beispielsweise alle `*.tex`-Dateien gefunden werden, die in den letzten drei Tagen bearbeitet wurden und die den Text 'Grafikprogrammierung' enthalten.

Die große Anzahl möglicher Suchkriterien führt leider auch dazu, dass die Beschreibung aller Optionen von `find` zehn man-Seiten beansprucht, was naturgemäß eher abschreckend wirkt. Bevor Sie dort die Details nachlesen, sollten Sie sich die unten angegebenen Beispiele ansehen, die Ihnen eine Vorstellung davon vermitteln, wie das Kommando eingesetzt wird.

Die Syntax von GNU-`find` unterscheidet sich ein wenig von den `find`-Varianten diverser Unix-Systeme. Dort *muss* eine Pfadangabe erfolgen, während GNU-`find` das aktuelle Verzeichnis als Defaultverzeichnis verwendet. Zumeist *muss* auch die Option `-print` verwendet werden, sonst werden zwar Dateien gesucht, die Ergebnisse aber nicht angezeigt!

Allgemeine Optionen

Im Gegensatz zu praktisch allen anderen Linux-Kommandos durchsucht `find` automatisch alle Unterverzeichnisse. Wenn das nicht erwünscht ist, muss die Anzahl der Unterverzeichnisse durch `-maxdepth` eingeschränkt werden.

-depth

bearbeitet zuerst das aktuelle Verzeichnis und erst dann die Unterverzeichnisse. (Je nachdem, wo Sie die gesuchte Datei vermuten, kann diese Vorgehensweise erheblich schneller sein.)

-follow

bearbeitet auch Verzeichnisse, die durch symbolische Links erfasst werden.

-maxdepth *n*

schränkt die Suche auf *n* Verzeichnisebenen ein. Mit `-maxdepth 1` werden überhaupt keine Unterverzeichnisse berücksichtigt.

Suchkriterien

Es können mehrere Suchkriterien gleichzeitig genannt werden. Diese Kriterien werden logisch mit UND verknüpft. Die Suche wird abgebrochen, sobald das erste Kriterium nicht erfüllt ist – die Reihenfolge der Kriterien kann also Einfluss auf die Geschwindigkeit des Kommandos haben. Kriterien können mit `\ (` und `\)` gruppiert, mit `!` negiert und mit `-o` logisch ODER-verknüpft werden.

- ctime *n*
findet Dateien, die zuletzt vor genau *n* Tagen verändert wurden. Wenn vor der Zahl ein + angegeben wird, dann werden alle Dateien erfasst, die älter als *n* Tage sind. Ein vorangestelltes - liefert Dateien, die jünger als *n* Tage sind.
- group *gruppenname* oder -nogroup *gruppenname*
findet Dateien, die der angegebenen Gruppe angehören (bzw. die ihr nicht angehören).
- name *suchmuster*
findet Dateien, die dem angegebenen Suchmuster entsprechen. Wenn das Suchmuster Jokerzeichen enthält, muss es in Apostrophe gestellt werden.
- path *suchmuster*
findet Dateien, die dem angegebenen Suchmuster entsprechen. Die Option geht über -name hinaus, weil das Suchmuster jetzt nicht nur den Dateinamen, sondern auch den Pfad dorthin betrifft. Diese Option ist flexibler als die direkte Pfadangabe im ersten Argument von `find`, weil hier die Jokerzeichen auch das Zeichen / erfassen (siehe das Beispiel weiter unten).
- perm *zugriffsbits*
findet Dateien, deren Zugriffsbits genau dem angegebenen Oktalwert (siehe `chmod`) entsprechen. Wenn dem Oktalwert ein - vorangestellt wird, dann reicht es, wenn die Datei mindestens eines dieser Zugriffsbits enthält. Wenn ein + vorangestellt wird, darf die Datei auch darüber hinausgehende Zugriffsrechte haben.
- size *dateigröße*
gibt die gewünschte Dateigröße vor. Die Angabe erfolgt standardmäßig in Vielfachen von 512. 3 bezeichnet also Dateien zwischen 1024 und 1536 Bytes. Durch die zusätzlichen Zeichen c oder k kann die Größe in Byte oder kByte angegeben werden. Ein vorangestelltes + erfasst alle größeren Dateien, ein vorangestelltes - alle kleineren Dateien. -size +10k liefert daher alle Dateien, die größer als 10 kByte sind.
- type *zeichen*
schränkt die Suche auf bestimmte Dateitypen ein. Die wichtigsten Zeichen sind f für reguläre Dateien, d für Verzeichnisse (directories) und l für symbolische Links.
- user *username* oder -nouser *username*
findet Dateien, die dem angegebenen Benutzer gehören (bzw. die ihm nicht gehören).

Aktion beim Finden einer Datei

- exec *kommando* [*optionen*] {} \;
ruft das angegebene Kommando auf und übergibt den Dateinamen der gefundenen Datei, die alle bisher verarbeiteten Kriterien erfüllt hat. Das Kommando kann nun einen Test durchführen, ob die Datei weiteren Kriterien entspricht. Ein typisches Programm, das durch -exec aufgerufen wird, ist `grep` (siehe das Beispiel weiter

unten). `{}` steht als Platzhalter für den Dateinamen. `;` schließt den Kommandoaufruf ab, d. h. dahinter können weitere `find`-Optionen angegeben werden. `\` ist innerhalb der Shell erforderlich, um die Interpretation von `;` als Sonderzeichen zu verhindern.

-print

gibt die gefundenen Dateinamen auf dem Bildschirm aus. Diese Option ist die Standardeinstellung, sofern nicht `-exec` verwendet wird.

-printf *format*

gibt die gefundenen Dateinamen und andere Informationen auf dem Bildschirm aus. In der Formatzeichenkette kann angegeben werden, in welcher Form die Ausgabe erfolgt und welche Zusatzinformationen mit ausgegeben werden (etwa die Dateigröße, das Datum der letzten Änderung etc.). Die Syntax für die Formatzeichenkette ist in den `man`-Seiten beschrieben.

`find` ist ein vergleichsweise langsames Kommando, besonders dann, wenn der gesamte Dateibaum durchsucht werden muss. Oft kommen Sie mit den Kommandos `locate`, `whereis` oder `which` in viel kürzerer Zeit zum selben Ergebnis (siehe Seite 947 und 978). Falls Sie KDE installiert haben, bietet `kfind` eine komfortable Benutzeroberfläche zu `find` und `grep`.

Beispiele

```
user$ find
```

liefert eine Liste aller Dateien im aktuellen Verzeichnis und in allen Unterverzeichnissen.

```
user$ find -name '.e*'
```

findet alle Dateien im aktuellen Verzeichnis und in allen Unterverzeichnissen, die mit `.e` beginnen.

```
user$ find / -path '*latex/*.tex'
```

findet alle `*.tex`-Dateien in einem Verzeichnis, das mit `latex` endet. (Dieses Suchmuster ist ausreichend, um die Dateien in `/usr/lib/texmf/tex/latex` in relativ kurzer Zeit zu finden!)

```
root# find /dev -type d
```

findet alle Verzeichnisse `/dev/*`. (Gewöhnliche Dateien in `/dev` werden dagegen nicht angezeigt.)

```
root# find /home -group users -ctime -5
```

findet alle Dateien in den (Unter-)Verzeichnissen von `/home`, die Benutzern der Gruppe `users` gehören und in den letzten fünf Tagen in irgendeiner Form (Inhalt, Zugriffsrechte etc.) verändert wurden. `-ctime +5` findet Dateien, die vor mehr als fünf Tagen verändert wurden, `-ctime 5` solche, die vor genau fünf Tagen verändert wurden.

```
user$ head `find -name '*.e*'`
```

zeigt die ersten zehn Zeilen aller `.*`-Dateien auf dem Bildschirm an. Beachten Sie, dass das Suchmuster in linksgerichteten Apostrophen steht, das gesamte `find`-Kommando als Argument von `head` dagegen in rechtsgerichteten Apostrophen. Wenn Sie statt `head` ein anderes Kommando verwenden, können Sie die gefundenen Dateien kopieren, löschen, komprimieren etc.

```
user$ find -name '*.tex' -type f -exec grep -q emacs {} \; -print
```

durchsucht alle `.*.tex`-Dateien daraufhin, ob darin die Zeichenkette `'emacs'` vorkommt. Wenn das der Fall ist, wird der Dateiname auf dem Bildschirm ausgegeben. Beachten Sie, dass die Option `-print` nicht vor `-exec` angegeben werden darf (siehe auch `grep` auf Seite 941).

```
user$ find -name '*' -maxdepth 1 -size -10k -exec grep -q \  
    > case.*in {} \; -print > ergebnis
```

durchsucht alle Dateien im aktuellen Verzeichnis, die kleiner als 10 kByte sind, nach dem regulären Ausdruck `case.*in`. Die Liste der gefundenen Dateien wird in der Datei `ergebnis` gespeichert. Durch die Einschränkung der Dateigröße auf 10 kByte wird versucht, die (zumeist erheblich größeren) binären Dateien aus der Suche auszuschließen.

fold [optionen] datei

`fold` umbricht Textzeilen bei einer Länge von 80 Zeichen und zeigt das Ergebnis auf dem Bildschirm an.

`-w n` bzw. `--width n`

stellt eine maximale Textbreite von n Zeichen ein.

`-s` bzw. `--spaces`

versucht, den Umbruch an der Stelle eines Leerzeichens (also zwischen zwei Wörtern) durchzuführen. Die Zeilen werden damit kürzer oder gleich n Zeichen.

free

`free` zeigt an, wie der verfügbare Speicherplatz (RAM und Swap-Speicher) genutzt ist.

fsck [optionen] device

`fsck` überprüft die Konsistenz des Dateisystems und führt gegebenenfalls Reparaturen durch. Es darf nur von `root` ausgeführt werden. Je nach Typ des Dateisystems ruft `fsck` die Programme `e2fsck` (ext2), `fsck.reiserfs` etc. auf. `fsck` ist also nur die Oberfläche zu weiteren Programmen.

Vor der Überprüfung eines Dateisystems sollten Sie unbedingt `umount` ausführen. (Zur Überprüfung des `root`-Dateisystems starten Sie den Rechner im Run-Level 1 und im Read-Only-Modus. Dazu übergeben Sie an LILO die Parameter `ro single`.) Fehlerhafte Dateien bzw. Dateifragmente werden im Verzeichnis `lost+found` gespeichert.

- A überprüft alle in `/etc/fstab` genannten Dateisysteme.
- t *typ*
gibt den Typ des Dateisystems an (etwa `ext2`, `reiserfs`).

Die folgenden Optionen gelten nur für `e2fsck`, das von `fsck` aufgerufen wird, wenn es sich um ein `ext2`-Dateisystem handelt.

- n beantwortet alle Rückfragen mit `n` (no), führt keine Änderungen durch.
- p führt Reparaturen (Änderungen) im Dateisystem ohne Rückfrage durch.
- y beantwortet alle Rückfragen mit `y` (yes), führt Änderungen durch.

Lesen Sie vor der Ausführung von `fsck` und `e2fsck` unbedingt die Manualseiten dieser Kommandos. Dort sind auch alle weiteren Optionen beschrieben. Außerdem kann es sein, dass die Online-Dokumentation aktueller als dieses Buch ist. Während der Entwicklung von Linux hat sich die Organisation und Verwaltung des Dateisystems schon mehrfach geändert (und verbessert), was sich zumeist auch auf `fsck` auswirkte. Weitere Änderungen sind natürlich auch für die Zukunft nicht auszuschließen.

grep [optionen] suchmuster datei

`grep` durchsucht die angegebene Textdatei nach einem Suchmuster. Je nach Einstellung der Optionen zeigt das Kommando anschließend die gefundenen Textpassagen an oder gibt einfach nur an, in wie vielen Zeilen das Suchmuster gefunden wurde. `grep` kann mit `find` kombiniert werden, um alle Dateien, die bestimmten Bedingungen entsprechen, nach Texten zu durchsuchen.

- n zeigt nicht nur die Zeile mit dem gefundenen Text an, sondern zusätzlich die `n` unmittelbar vorangehenden und nachfolgenden Zeilen.
- c gibt nur die Anzahl der Zeilen an, in denen das Suchmuster gefunden wurde, nicht aber die Zeilen selbst.
- f *Dateiname*
liest die hier aufgezählten Optionen der angegebenen Datei (für komplexe oder häufig benötigte Suchmuster).
- i unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung.
- l zeigt nur die Dateinamen an, in denen das Suchmuster gefunden wurde.
- n gibt bei der Ausgabe jeder Zeile auch deren Zeilennummer an.
- q liefert keine Bildschirmausgaben und gibt lediglich den Rückgabewert 0 (Suchtext gefunden) oder 1 (nicht gefunden) zurück. Diese Option ist sinnvoll, wenn `grep` von anderen Programmen aufgerufen wird (siehe Beispiel bei `find` ab Seite 937).

- v inverse Wirkung. `grep` liefert alle Zeilen, die dem Suchmuster *nicht* entsprechen.
- w findet nur ganze Wörter. Das Suchmuster 'die' wird im Wort 'dieser' bei Angabe dieser Option nicht mehr erkannt.

Aufbau des Suchmusters

Das Suchmuster wird prinzipiell aus zwei Komponenten zusammengesetzt: der Angabe, nach welchen Zeichen gesucht wird, und der Angabe, wie oft diese Zeichen auftreten dürfen:

abc	die Zeichenkette 'abc'
[abc]	eines der Zeichen a, b oder c
[^abc]	keines der Zeichen a, b oder c (also ein beliebiges anderes Zeichen)
[a-z]	eines der Zeichen zwischen a und z
.	ein beliebiges Zeichen
?	das vorangegangene Zeichen darf gar nicht oder einmal auftreten
*	das Zeichen darf beliebig oft (auch gar nicht) auftreten
+	das Zeichen darf beliebig oft, muss aber mindestens einmal auftreten
{n}	das Zeichen muss genau n-mal auftreten
{,n}	das Zeichen darf höchstens n-mal auftreten
{n,}	das Zeichen muss mindestens n-mal auftreten
{n,m}	das Zeichen muss mindestens n- und höchstens m-mal auftreten

Wenn Sonderzeichen wie ? * + [] () oder ! im Suchmuster verwendet werden sollen, muss \ vorangestellt werden. Für manche Zeichengruppen sind bereits Muster vordefiniert, etwa [:digit:] für Ziffern (siehe man-Seite).

Abschließend einige Beispiele: 'abc' sucht nach genau dieser Zeichenkette. '[a-z][0-9]+' sucht nach Zeichenketten, die mit einem Kleinbuchstaben beginnen und in denen eine oder mehrere Ziffern folgen. '\(.*\) ' sucht nach beliebigen Zeichenketten, die in zwei runde Klammern eingeschlossen sind.

`grep` wendet das Suchmuster nur zeilenweise an. Textpassagen, die durch einen Zeilenumbruch unterbrochen sind, können nicht erkannt werden. `grep` ist naturgemäß nicht in der Lage, Zeichenketten in komprimierten Dateien zu finden! Sie können dazu aber das Kommando `zgrep` einsetzen – siehe die entsprechende man-Seite.

Varianten: Zum Kommando `grep` gibt es einige Varianten. `egrep` entspricht `grep -E` und unterstützt eine erweiterte Syntax für das Suchmuster. `fgrep` entspricht `grep -F` und liest die Suchmuster zeilenweise aus einer angegebenen Datei. `grepmail` hilft dabei, E-Mail-Dateien nach Zeichenketten durchsuchen. Der Vorteil gegenüber `grep` besteht darin, dass nicht eine einzelne Zeile, sondern die gesamte E-Mail aus der Datei extrahiert wird.

Beispiele

```
user$ grep emacs *.tex
```

durchsucht alle *.tex-Dateien des aktuellen Verzeichnisses nach der Zeichenkette 'emacs'. Eine Liste aller gefundenen Zeilen (denen jeweils der Dateiname vorangestellt ist) wird am Bildschirm angezeigt.

```
user$ grep -c arctan\(.*\) *.c
```

ermittelt, wie oft die Funktion arctan in den angegebenen *.c-Dateien verwendet wird.

groupadd name

groupadd erzeugt eine neue Gruppe.

-g *n*

verwendet *n* als neue GID-Nummer (*group identification*).

groupdel name

groupdel löscht die angegebene Gruppe.

groupmod [optionen] name

groupmod verändert die GID-Nummer und den Gruppennamen der Gruppe.

-g *n*

bestimmt die neue GID-Nummer (*group identification*).

-n *name*

bestimmt den neuen Gruppennamen.

groups

groups zeigt eine Liste aller Gruppen an, denen der aktuelle Benutzer angehört. Dabei handelt es sich um die in /etc/passwd angegebene Hauptgruppe sowie um die optional in /etc/group angegebenen Gruppen.

gunzip datei

Dekomprimiert die angegebene Datei, unabhängig davon, ob sie mit gzip oder mit compress komprimiert wurde. Dabei wird automatisch die Kennung .gz bzw. .Z im Dateinamen entfernt. gunzip ist ein Link auf gzip, wobei automatisch die Option -d aktiviert ist.

gzip [optionen] datei

gzip komprimiert bzw. dekomprimiert die angegebene Datei. Komprimierten Dateien wird automatisch die Kennung `.gz` angehängt. gzip eignet sich nur zur Komprimierung einzelner Dateien. Wenn Sie mehrere Dateien (oder ganze Verzeichnisse) in einer komprimierten Datei speichern möchten, müssen Sie zusätzlich das Kommando `tar` verwenden (siehe Seite 969).

- c bzw. --stdout oder --to-stdout
lässt die zu (de)komprimierende Datei unverändert und leitet das Ergebnis auf die Standardausgabe (in der Regel auf den Bildschirm) um. Von dort kann es mit `>` in eine beliebige Datei umgeleitet werden (siehe Beispiel unten).
- d bzw. --decompress oder --uncompress
dekomprimiert die angegebene Datei, anstatt sie zu komprimieren (entspricht `gunzip`).
- r bzw. --recursive
(de)komprimiert auch Dateien in allen Unterverzeichnissen.
- n, --fast, --best
steuert die Geschwindigkeit und Qualität der Kompression. -1 entspricht --fast und bewirkt eine schnelle Kompression, aber etwas größere Dateien. -9 entspricht --best und führt zu höheren Rechenzeiten, aber kleineren Dateien. Die Defaulteinstellung ist -6.

Beispiele

```
user$ gzip *.tex
```

komprimiert alle `*.tex`-Dateien des aktuellen Verzeichnisses. Das Ergebnis sind lauter `*.tex.gz`-Dateien.

```
user$ gzip -c datei > backup.gz
```

komprimiert `datei`, lässt diese Datei aber unverändert und schreibt das Ergebnis in `backup.gz`.

halt [optionen]

halt beendet alle laufenden Prozesse. Linux bleibt anschließend stehen und reagiert nicht mehr auf Eingaben.

hash [option]

hash zeigt den Inhalt der Hash-Tabelle an. Dabei handelt es sich um eine Tabelle, in der sich die Shell die Pfadnamen aller bereits ausgeführten Kommandos merkt. Dadurch wird die abermalige Ausführung eines bereits bekannten Kommandos beschleunigt, weil jetzt nicht mehr alle `PATH`-Verzeichnisse nach dem Programm durchsucht werden müssen. hash ist ein eingebautes Kommando der bash.

-r löscht die Hash-Tabelle der *bash*. Das ist notwendig, wenn sich das Verzeichnis eines in der Hash-Tabelle befindlichen Programms ändert. Die *bash* findet das Kommando sonst nicht mehr. In der *tcsh* muss statt *hash -r* das Kommando *rehash* verwendet werden.

head [optionen] datei

head gibt die ersten zehn Zeilen einer Textdatei am Bildschirm aus.

-n zeilen
gibt die angegebene Anzahl von Zeilen aus.

hostname [name]

hostname zeigt den aktuellen Netzwerknamen des Systems an bzw. verändert ihn. Wenn die Option **-a** verwendet wird, wird auch der vollständige Hostname (sammt Domain-Name) angezeigt.

id

id gibt den Namen und die ID-Nummer des Benutzers, seiner primären Gruppe und der weiteren zugeordneten Gruppen an.

info [kommandoname]

info startet das gleichnamige Online-Hilfesystem. Darin sind diverse GNU-Tools sowie der Emacs dokumentiert. Mehr Lesequalität erzielen Sie, wenn Sie statt *info* den Emacs zum Lesen verwenden. Das *info*-System ist auf Seite 134 ausführlich beschrieben.

kill [-s signal] prozessnr

kill versendet Signale an einen laufenden Prozess. Wenn *kill* ohne die **-s**-Option verwendet wird, wird das SIGTERM-Signal (15) gesendet, um den Prozess gewaltsam zu beenden (daher auch der Name des Kommandos). Bei besonders hartnäckigen Fällen hilft **-9** bzw. **-s SIGKILL** oder kürzer **-KILL**. Der Prozess hat dann allerdings keine Chance, noch irgendwelche Aufräumarbeiten zu erledigen.

kill kann aber auch zum Versenden harmloserer Signale verwendet werden. Recht häufig wird **-1** bzw. **-s SIGHUP** bzw. **-HUP** verwendet, um einen Dämon dazu aufzufordern, seine Konfigurationsdateien neu einzulesen. Auf diese Weise können Sie Konfigurationsdaten verändern, ohne den Dämon vollständig stoppen und neu starten zu müssen.

Die erforderliche Prozessnummer (PID) wird am einfachsten mit dem Kommando `ps` ermittelt (siehe Seite 959). Unter `X` gibt es mit `xkill` eine bequeme Variante zu `kill`: Das Programm, das beendet werden soll, kann damit einfach per Maus 'abgeschossen' werden.

killall [-signal] prozessname

`killall` funktioniert wie das oben beschriebene `kill`-Kommando. Der Unterschied besteht darin, dass nicht die Prozessnummer (PID), sondern der Name des Prozesses angegeben wird. Wenn es mehrere Prozesse dieses Namens gibt, erhalten alle das angegebene Signal (Default ist wieder `SIGTERM`).

Das gewünschte Signal wird entweder als Nummer `-n` oder mit Namen wie `-HUP` angegeben, und zwar im Gegensatz zu `kill` ohne vorangestelltes `SIG`. Eine Liste aller Signalnamen erhalten Sie mit `killall -l`.

ldd programmdatei

`ldd` zeigt alle für die Ausführung des Programms erforderlichen Dateien (mit Pfad) an. Mit dem Programm kann sehr rasch festgestellt werden, ob und welche Libraries fehlen. Mehr Informationen zum Thema Libraries finden Sie auf Seite 374.

less [optionen] datei

`less` zeigt die angegebene Textdatei seitenweise an. Das Kommando stellt eine (leistungsfähigere) Variante zu `more` dar. Es wird häufig als Filter verwendet (beispielsweise `ls -l | less` zur seitenweisen Anzeige eines sehr langen Inhaltsverzeichnisses).

Die wichtigsten Kommandos während der Verwendung von `less` sind: `(h)` zur Anzeige eines kurzen Hilfetextes, die Cursortasten zum Bewegen im Text, `(←)`, um eine Zeile nach unten zu scrollen, `(Leertaste)`, um eine Seite nach unten zu scrollen, `(b)`, um eine Seite zurück zu scrollen, `(/)` zur Eingabe eines Suchtextes sowie `(q)` zum Beenden von `less`. (Es existieren unzählige weitere Kommandos, die in der `man`-Seite beschrieben sind.)

Auch beim Aufruf des Kommandos können diverse Optionen genannt werden, von denen hier ebenfalls nur die wichtigsten aufgezählt sind:

- `-p suchtext`
zeigt die erste Zeile an, in der der zu suchende Text gefunden wurde.
- `-s` reduziert mehrere Leerzeilen zu einer Zeile.

`less` hat Schwierigkeiten mit den deutschen Sonderzeichen. Dieses Problem kann ganz einfach dadurch behoben werden, dass der Variablen `LESSCHARSET` die Zeichenkette `latin1` zugewiesen wird – am besten gleich in `/etc/profile`. Auf Seite 165 werden diese und andere Konfigurationsmöglichkeiten für `less` beschrieben.

Beispiel

```
user$ less command.tex
```

zeigt die Datei `command.tex` am Bildschirm an.

```
ln [optionen] quelle [ziel]
ln [optionen] dateien zielverzeichnis
```

`ln` stellt feste oder symbolische Links zu Dateien und Verzeichnissen her. (Einige Informationen dazu, was Links sind und wie sie verwendet werden, finden Sie in Kapitel 6 ab Seite 212.) Die gleiche Funktionalität wie `ln` hat auch das Kommando `cp`, wenn dort die Optionen `-l` oder `-s` angegeben werden.

- `-b` bzw. `--backup`
benennt bereits vorhandene gleichnamige Dateien in Backup-Dateien (Name plus `~`-Zeichen) um, anstatt sie zu überschreiben.
- `-d` bzw. `--directory`
erzeugt einen festen Link für ein Verzeichnis. Diese Operation ist nur `root` gestattet. Alle anderen Anwender können symbolische Links auf Verzeichnisse erzeugen.
- `-s` bzw. `--symbolic`
erzeugt symbolische Links. (Ohne diese Option liefert `ln` feste Links.)

Beispiel

```
user$ ln -s abc xyz
```

erzeugt den symbolischen Link `xyz` auf die bereits vorhandene Datei `abc`.

```
lpr datei
```

`lpr` druckt die angegebene Datei aus. Voraussetzung ist, dass der Druckerdämon `lpd` durch die Datei `/etc/printcap` richtig konfiguriert wurde. Wenn das nicht der Fall ist, können Sie einen Ausdruck mit dem Kommando `cp datei /dev/lp1` starten. Dabei ist `/dev/lp1` der Device-Name für die erste parallele Schnittstelle. Ausführliche Informationen zur Drucker-Konfiguration finden Sie auf Seite 401.

```
locate muster
```

`locate` ist das wichtigste und am häufigsten eingesetzte Kommando für die schnelle Suche nach Dateien. Es durchsucht die Datenbank `locatedb` nach Dateien, in denen das angegebene Muster im vollständigen Dateinamen (inklusive Pfad) vorkommt. Da `locate` auf einer Datenbank aufbaut, ist es im Vergleich zu `find` ungeheuer schnell. Dateien, die erst nach der Datenbank entstanden sind oder verschoben wurden, können aber natürlich nicht gefunden werden.

`locate` setzt voraus, dass die `locatedb`-Datenbank zuvor mit `updatedb` eingerichtet wurde – siehe Seite 976.

Beispiele

```
root# updatedb
```

aktualisiert die `locate`-Datenbank. Dieses Kommando muss vor der ersten Verwendung von `locate` bzw. nach Änderungen im Dateisystem von `root` ausgeführt werden.

```
user$ locate XF86config
```

stellt fest, wo sich `XF86config` befindet. (Das variiert je nach Distribution.)

```
user$ locate dvips
```

findet alle Dateien, in deren Namen 'dvips' vorkommt (das sind meist ziemlich viele).

```
user$ locate '*dvips'
```

findet Dateien, die mit 'dvips' enden. Auf diese Weise werden die Binärdatei, eventuelle Links darauf und gleichnamige Verzeichnisse aufgespürt.

```
user$ locate '*X*doc*' | less
```

findet die Online-Dokumentation zu X und zeigt die Dateien mit `less` an.

logname

`logname` zeigt den Login-Namen (Benutzernamen) an.

logout

Mit `logout` beendet ein Anwender seine Arbeit in einer Textkonsole bzw. in einer X-Shell. Häufig kann statt `logout` auch die Kurzform (Strg)+(D) verwendet werden.

ls [-optionen] [pfad]

`ls` zeigt eine Liste aller Dateien und Verzeichnisse an und entspricht im Wesentlichen dem DOS-Kommando `dir`. Wenn `ls` ohne weitere Parameter oder Optionen verwendet wird, liefert das Kommando eine mehrspaltige, nach Dateinamen sortierte Tabelle, in der alle Dateien, Links und Verzeichnisse im aktuellen Verzeichnis angezeigt werden.

Nun zu den wichtigsten Optionen von `ls` (eine vollständige Übersicht liefert `ls --help`, eine Beschreibung man `ls`):

`-a` bzw. `-all`

zeigt auch Dateien an, die mit `.` beginnen. Eine ganz ähnliche Wirkung hat die Option `-A`. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Dateien `.` und `..` (Verweis auf das aktuelle und das übergeordnete Verzeichnis) nicht angezeigt werden.

- color
verwendet unterschiedliche Farben für unterschiedliche Dateitypen (Links, Verzeichnisse etc.). Details dazu finden Sie auf Seite 167 oder im man-Text.
- d bzw. --directory
zeigt nur den Namen des Verzeichnisses, nicht aber seinen Inhalt an. Die Option ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn als Pfad ein Verzeichnisname angegeben wird und die Zugriffsrechte dieses Verzeichnisses überprüft werden sollen (und nicht sein Inhalt).
- i bzw. --inode
zeigt zusätzlich zu den restlichen Informationen auch den I-Node der Datei an. (Der I-Node ist eine interne Identifikationsnummer der Datei, die zur Linux-internen Dateiverwaltung benötigt wird.) Die Option kann zur Erkennung von Links eingesetzt werden. (Durch Links verknüpfte Dateien haben denselben I-Node.)
- I *datei* bzw. --ignore *datei*
-Imuster
schließt die angegebenen Dateien von der Anzeige aus. -I*ps verhindert beispielsweise, dass Dateien mit der Endung ps angezeigt werden. Wenn nach -I nicht eine einzelne Datei, sondern ein Dateimuster angegeben wird, dann darf zwischen -I und dem Muster kein Leerzeichen eingegeben werden!
- l bzw. --format=long oder --format=verbose
zeigt zusätzlich zum Dateinamen weitere Informationen an: die Dateigröße in Bytes, die Zugriffsrechte etc. Zur Anzeige jeder Datei wird eine eigene Zeile verwendet (statt der platzsparenden mehrspaltigen Auflistung).
- L bzw. --dereference
zeigt bei einem symbolischen Link auf ein Verzeichnis nicht den Pfad des Links, sondern den Inhalt des Ursprungsverzeichnisses an. Ein Beispiel zur Anwendung dieser Option finden Sie auf Seite 213.
- o bzw. --no-color
verzichtet auf unterschiedliche Farben oder Schriftarten. Die Systemvariable \$LS_COLORS wird ignoriert.
- p bzw. -F
hängt an die Dateinamen ein Sonderzeichen an, das den Typ der Datei kennzeichnet. Diese Option wird bei manchen Linux-Distributionen in /etc/profile durch eine alias-Abkürzung standardmäßig aktiviert. Die wichtigsten Sonderzeichen sind: / für Verzeichnisse, @ für symbolische Links, * für ausführbare Dateien und | für FIFOs (siehe Seite 867).
- r bzw. --reverse
dreht die Sortierreihenfolge um. Die Option wird oft in Kombination mit -t oder -S verwendet.
- R bzw. --recursive
erfasst auch Dateien in Unterverzeichnissen (wie /S beim DOS-Kommando DIR).

- S bzw. --sort=size
sortiert die Dateien nach ihrer Größe (die größte Datei zuerst).
- t bzw. --sort=time
sortiert die Dateien nach Datum und Uhrzeit der letzten Änderung (die neueste Datei zuerst).
- u bzw. --sort=access
sortiert die Dateien nach Datum und Uhrzeit des letzten Lesezugriffs. Die Option muss zusammen mit -t angegeben werden (sonst sortiert ls überhaupt nicht).
- X bzw. --sort=extension
sortiert die Dateien nach ihrer Kennung (der Buchstabenkombination nach dem letzten . im Dateinamen).

Die Ausgaben von ls mit der Option -l sind ein wenig erklärungsbedürftig. Eine typische Zeile sieht etwa so aus:

```
-rw-r--r--  1 michael  users          3529 Oct  4 15:43 header.tex
```

Es handelt sich also um die Datei `header.tex`, die am 4. Oktober des laufenden Jahres um 15:43 Uhr zum letzten Mal verändert wurde. Die Datei ist 3529 Bytes groß und gehört einer Person mit dem User-Namen `michael` aus der Gruppe `users`. Die zehn Zeichen am Beginn der Zeile geben den Dateityp und die Zugriffsbits an. Als Dateityp kommen in Frage: der Bindestrich - für eine normale Datei, d für ein Verzeichnis (directory), b oder c für eine Device-Datei (block oder char) oder l für einen symbolischen Link. Die nächsten drei Zeichen (RWX) geben an, ob der Besitzer die Datei lesen, schreiben und ausführen darf. Analoge Informationen folgen für die Mitglieder der Gruppe sowie für alle anderen Systembenutzer.

Im Gegensatz zum DOS-Kommando `dir` zeigt `ls` nicht den gesamten Speicherbedarf aller aufgelisteten Daten an. Diese Aufgabe übernimmt ein eigenes Kommando, nämlich `du` (siehe Seite 933).

`ls` unterscheidet sich in einem Punkt grundlegend vom DOS-Kommando `DIR`: Während `DIR /S *.abc` alle `*.abc`-Dateien in allen Unterverzeichnissen anzeigt, versagt das scheinbar analoge Kommando `ls -R *.abc`. Der Grund liegt darin, dass Dateinamenserweiterungen für `*.abc` nicht vom jeweiligen Kommando, sondern bereits vom Kommandointerpreter (der `bash`, siehe Kapitel 20) ausgeführt werden, und zwar für das gerade aktuelle Verzeichnis. Wenn Sie Dateien in beliebigen Unterverzeichnissen suchen, müssen Sie `find` verwenden (siehe Seite 937).

Beispiele

```
user$ ls -ltr /root
```

zeigt alle Dateien im `/root`-Verzeichnis an und sortiert sie nach dem Datum (die neueste Datei zuletzt).

```
user$ ls -ld */.
```

zeigt die Liste aller Verzeichnisse (keine Dateien) des Arbeitsverzeichnisses an.

lsattr [optionen] dateien

lsattr zeigt den Zustand der vier vom `ext2fs`-Dateisystem zusätzlich verwalteten Attribute `c` (compressed), `s` (secure deletion), `S` (sync) und `u` (undelete) sowie die Version der Datei an (siehe auch `chattr` auf Seite 924).

`-a`, `-R`
wie bei `ls`, siehe oben.

`-v` zeigt die Version der Datei an.

man [gruppe] [optionen] name

man zeigt Online-Informationen zum angegebenen Kommando bzw. zur angegebenen Datei an. Durch die Angabe einer Gruppe kann die Suche eingeschränkt werden. Wichtige Gruppen sind 1 (Benutzerkommandos), 5 (Konfigurationsdateien) und 8 (Kommandos zur Systemadministration). Mit der Option `-a` werden alle gefundenen `man`-Texte angezeigt (sonst nur der erste). `man` wird ausführlich auf Seite 130 beschrieben.

mttrib [+/-ahrs] dateien

mttrib liest bzw. verändert die Attribute von Dateien auf Disketten im MS-DOS-Format. **mttrib** ist das (alphabetisch) erste Kommando einer ganzen Sammlung von Kommandos, die unter dem Oberbegriff `mttools` zusammengefasst werden (siehe Seite 956).

mcd verzeichnis

mcd macht das angegebene Verzeichnis auf einer Diskette im MS-DOS-Format zum aktuellen Arbeitsverzeichnis aller `mttools`-Kommandos. Dabei kann auch das Defaultlaufwerk (`A:` oder `B:`) eingestellt werden.

mcopy [optionen] quelle ziel
mcopy [optionen] dateien zielverzeichnis

mcopy kopiert Dateien von oder auf Disketten im MS-DOS-Format. Das Kommando funktioniert prinzipiell wie `cp`, die Bedeutung der Optionen ist allerdings abweichend. Die beiden wichtigsten Optionen sind:

`-n` verzichtet auf die Anzeige einer Warnung vor dem Überschreiben einer Datei.

- t übersetzt die unter DOS übliche Zeichenkombination Carriage Return, Line Feed durch ein einfaches Line-Feed-Zeichen. Damit werden die störenden ^M-Zeichen am Ende jeder Zeile einer von DOS importierten Textdatei vermieden. Diese Option darf nur für Textdateien verwendet werden!

md5sum dateien

md5sum berechnet Prüfsummen zu allen angegebenen Dateien. Derartige Prüfsummen können dazu verwendet werden, um nach der Übertragung einer Datei (z. B. via FTP, E-Mail) sicherzustellen, dass die Datei unverändert ist.

mdel dateien

mdel löscht die angegebenen Dateien auf einer Diskette im MS-DOS-Format.

mdir [pfad]

mdir zeigt den Inhalt der Diskette im MS-DOS-Format an.

- w listet nur die Dateinamen in mehreren Spalten nebeneinander auf. Standardmäßig werden die Dateien mit einigen zusätzlichen Informationen untereinander ausgegeben.

mformat laufwerk

mformat richtet ein MS-DOS-Dateisystem auf einer mit fdformat bereits vorformatierten Diskette ein (siehe auch Seite 935).

mkdir verzeichnis

mkdir erstellt ein neues Verzeichnis. Die beiden wichtigsten Optionen lauten:

- m *modus* bzw. --mode=*modus*
setzt die Zugriffsrechte des neuen Verzeichnisses wie durch *modus* angegeben (siehe chmod auf Seite 925).
- p bzw. --parents
erstellt auch Zwischenverzeichnisse. Wenn Sie mkdir a/b/c ausführen und die Verzeichnisse a sowie a/b noch nicht existieren, werden auch diese Verzeichnisse erstellt.

mkfifo *datei*

mkfifo richtet eine FIFO-Datei ein (first in first out). FIFO-Dateien funktionieren im Prinzip wie Pipes und ermöglichen den Datenaustausch zwischen zwei Programmen.

Beispiel

```
user$ mkfifo fifo
user$ ls -l > fifo &
user$ more < fifo
```

richtet eine FIFO-Datei ein, leitet das Inhaltsverzeichnis auf diese Datei um und liest es von dort mit **more**. **ls** muss mit **&** als Hintergrundprozess gestartet werden, weil der Prozess **ls** erst dann zu Ende ist, wenn **more** alle Daten aus **fifo** gelesen hat. Die Anzeige des Inhaltsverzeichnisses via **more** könnte natürlich viel einfacher auch ohne eine FIFO-Datei bewerkstelligt werden, nämlich durch **ls -l | more**.

mkfs [*optionen*] *device* [*blocks*]

mkfs richtet auf einer zuvor mit **fdformat** formatierten Diskette oder auf einer mit **fdisk** partitionierten Festplatte ein Dateisystem ein. **mkfs** kann nur von **root** ausgeführt werden. Das Programm verzweigt je nach angegebenem Dateisystem in eines der Programme **mke2fs** (**ext2**), **mkfs.msdos** etc.

-t *dateisystem*

gibt den Typ des Dateisystems an. In Frage kommen z. B. **ext2**, **msdos** und **minix**. Die Option **-t** muss als erste Option angegeben werden!

Weitere Optionen werden an das Programm weitergegeben, das das Dateisystem tatsächlich einrichtet. Sie sind vom Typ des Dateisystems abhängig. Informationen speziell für **ext2**- und **reiserfs**-Dateisysteme finden Sie in Abschnitt 6.9 und 6.11.

mknod *devicedatei* {*bc*} *majornumber* *minornumber*

mknod richtet eine neue Device-Datei ein. Device-Dateien befinden sich in der Regel im Verzeichnis **/dev** und dienen zur Verwaltung der Hardware, die unter Linux angesprochen wird (Festplatten, Schnittstellen, RAM etc.). Device-Dateien werden durch drei Informationen charakterisiert: **major-** und **minordevicenumber** geben den Treiber an, mit dessen Hilfe auf die Geräte zugegriffen werden kann. Die Zeichen **b** oder **c** geben an, ob das Gerät gepuffert oder ungepuffert arbeitet. Die Einrichtung neuer Device-Dateien kann nur von **root** durchgeführt werden und setzt grundlegende Kenntnisse der Interna von Linux voraus.

Weitere Informationen zu Device-Dateien finden Sie auf Seite 224. Eine detaillierte Beschreibung aller Devices und der erforderlichen Device-Nummern finden Sie in der Datei **/usr/src/linux/Documentation/devices.txt** (nur, wenn der Linux-Kernel installiert ist).

Beispiel


```
root# mknod /dev/sbpcd b 25 0
```

erstellt eine Device-Datei für ein CD-ROM-Laufwerk der Typen Matsushita-, Panasonic- und CreativeLabs. (Diese nicht mehr gebräuchlichen CD-ROM-Laufwerke der ersten Generation werden nicht über die standardisierte EIDE-Schnittstelle, sondern über eine eigene Schnittstelle angesprochen.)

mkswap device/datei

mkswap richtet ein Device (eine Festplattenpartition) oder eine Datei als Swap-Bereich ein. mkswap kann nur von root ausgeführt werden. Damit dieser Swap-Bereich tatsächlich genutzt wird, muss er anschließend mit swapon aktiviert werden. Linux kann jetzt bei RAM-Mangel Speicher in den Swap-Bereich auslagern.





mlabel laufwerk

mlabel zeigt den Namen (volume label) der MS-DOS-Diskette im angegebenen Laufwerk an. Anschließend werden Sie aufgefordert, einen neuen Namen einzugeben und mit  zu bestätigen.

mmd verzeichnis

mmd erzeugt ein neues Verzeichnis auf einer MS-DOS-Diskette.

more datei

more zeigt den Inhalt einer Textdatei seitenweise an. Nach jeder Seite wird die Anzeige unterbrochen. more wartet jetzt auf eine Tastatureingabe. Die wichtigsten Eingabemöglichkeiten sind  (eine Zeile nach unten),  (Leertaste) (eine Seite nach unten),  (eine Seite nach oben) und  (Quit). Weitere Tastaturkommandos sind in der Manualseite zu more beschrieben. Die wichtigsten Optionen beim Aufruf von more sind:

- s zeigt nur eine Leerzeile an, auch wenn im Text mehrere Leerzeilen hintereinander auftreten.
- +zeilennummer
startet die Anzeige mit der angegebenen Zeilennummer.
- + \text
startet die Anzeige beim ersten Auftreten des angegebenen Suchtextes.

Ein verwandtes Kommando zu more ist less (siehe Seite 946). Das Kommando ist leistungsfähiger als more. Es erlaubt beispielsweise auch dann ein Rückwärts-Scrollen, wenn less als Filter verwendet wird.

Beispiel

```
user$ ls -l | more
```

zeigt den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses seitenweise an. Das Beispiel demonstriert die Verwendung von `more` als Filterprogramm.

mount

mount [optionen] device verzeichnis

`mount` bindet einen Datenträger (Festplatte, Diskette, CD ...) in das Linux-Dateisystem ein. Als Parameter müssen die Device-Bezeichnung des Datenträgers (beispielsweise `/dev/cdrom`, siehe Seite 70 bzw. 248) und das Verzeichnis angegeben werden, bei dem das Dateisystem des Datenträgers mit dem aktuellen Dateisystem verbunden wird. Der Aufruf des Kommandos ohne Parameter führt zu einer Liste, in der alle momentan verfügbaren Datenträger aufgezählt werden.

Der Aufbau des Dateisystems beim Start von Linux wird durch die Datei `/etc/fstab` gesteuert. Die Daten in dieser Datei entsprechen im Wesentlichen den Parametern von `mount` (siehe auch Seite 242).

Für alle in `/etc/fstab` eingetragenen Laufwerke kann `mount` in einer Kurzform verwendet werden, bei der nur das Device- oder das Mount-Verzeichnis angegeben wird. `mount` liest die fehlenden Daten und Optionen selbstständig aus `fstab`.

Datenträger können mit `umount` wieder aus dem Dateisystem entfernt werden (siehe Seite 975). Sowohl `mount` als auch `umount` können im Regelfall nur von `root` ausgeführt werden. Eine Ausnahme stellen Laufwerke dar, die in `fstab` mit der Option `user` angemeldet wurden. (Das ist vor allem bei CD-ROM-Laufwerken üblich.)

- o *optionen*
ermöglicht die Angabe zusätzlicher Optionen (wie in `/etc/fstab`).
- r verhindert Schreiboperationen auf dem Datenträger (read only).
- t *dateisystem*
gibt das Dateisystem an. In Frage kommen unter anderem `ext2` und `reiserfs` für Linuxpartitionen, `vfat` für das Windows-9x/ME-Dateisystem, `ntfs` für das Windows-NT/2000/XP-Dateisystem sowie `iso9660` für Daten-CDs und -DVDs.

Eine ausführlichere Behandlung vieler `mount`-Optionen sowie zahlreiche Beispiele finden Sie ab Seite 241, wo es um die Administration des Dateisystems geht.

mrdd verzeichnis

`mrdd` löscht das angegebene Verzeichnis von der MS-DOS-Diskette, falls es leer ist.

mread dosdatei linuxdatei

mread kopiert die angegebene Datei von der MS-DOS-Diskette in das Linux-Dateisystem. Das Kommando ist eine eingeschränkte Variante von **mcopy**, das Kopiervorgänge in beide Richtungen erlaubt.

mren altername neuename

mren benennt eine Datei auf einer MS-DOS-Diskette um.

mt [-f device] kommando

mt wird zur Steuerung von Streamern eingesetzt. Als Default-Device wird `/dev/tape` verwendet. Wenn Ihr Streamer nicht unter diesem Namen erreichbar ist, müssen Sie die Device-Datei exakt angeben (etwa `-f /dev/nst0` für einen SCSI-Streamer). Die häufigste Anwendung von **mt** ist das Rückspulen von Bändern mit dem Kommando `rewind` bzw. das Auswerfen von Bändern mit `offline`. Mit `setblk` kann die Blockgröße verändert werden, `stat` zeigt Statusinformationen zur Streamer-Einstellung an.

Eine Übersicht der weiteren Kommandos finden Sie in den `man`-Seiten zu **mt** bzw. zu `mt-st` (Slackware). Hintergrundinformationen finden Sie in der Datei `st_info.txt` oder `mt-st`; eine der beiden Dateien wird meist zusammen mit **mt** installiert.

Es gibt zwei **mt**-Varianten: eine GNU-Variante und eine BSD-Variante. Mit den meisten Distributionen wird automatisch die BSD-Variante mitgeliefert. Der GNU-Variante fehlen viele Kommandos der BSD-Variante.

mttools

mttools ist ein Programm, das den einfachen und bequemen Zugriff auf Disketten im DOS/Windows-Format erlaubt. Die **mttools**-Kommandos (etwa `mattrib`, `mdir` etc.) sind durch Links auf das zentrale Programm **mttools** realisiert. **mttools** selbst kann nicht unmittelbar ausgeführt werden, sondern nur über diese Links. (In diesem Kapitel sind weder alle **mttools**-Kommandos noch alle Optionen beschrieben. Werfen Sie einen Blick in die umfassende Online-Dokumentation!)

Prinzipiell können DOS/Windows-Disketten wie alle anderen Laufwerke mit `mount` in das Dateisystem eingebunden werden. Diese Vorgehensweise ist allerdings umständlicher als der Einsatz der **mttools**-Kommandos (siehe auch Seite 252).

Die **mttools**-Kommandos haben einige gemeinsame Merkmale: Laufwerksangaben erfolgen wie unter DOS mit `A:` oder `B:`. Wenn kein Laufwerk angegeben wird, greifen die Kommandos automatisch auf `A:` bzw. auf das durch `mcd` eingestellte Arbeitsverzeichnis zu. In Pfadangaben kann zur Trennung von Verzeichnissen sowohl `/` als auch `\` verwendet werden. Das Jokerzeichen `*` funktioniert wie unter Unix üblich, weswegen zur Bearbeitung aller Dateien `*` (und nicht `*.`) eingegeben werden muss. Dateinamen sind auf die DOS-Konventionen (acht plus drei Zeichen) limitiert.

Zur Konfiguration von `mtools` dient die Datei `/etc/mtools`. Falls Sie Probleme bei der Verwendung der `mtools`-Kommandos haben, können Sie dort den korrekten Laufwerkstyp einstellen. Im Regelfall sind aber keine Veränderungen an der Konfigurationsdatei erforderlich.

mtype datei

`mtype` zeigt eine Textdatei von einer MS-DOS-Diskette auf dem Bildschirm an. Das Kommando entspricht im Wesentlichen dem Unix-Kommando `cat`.

```
mv quelle ziel  
mv dateien zielverzeichnis
```

`mv` benennt eine Datei um bzw. verschiebt (eine oder mehrere) Dateien in ein anderes Verzeichnis. Die Wirkung von `mv` entspricht im Wesentlichen der des `cp`-Kommandos, wenn nach dem Kopieren die Ursprungsdateien gelöscht werden. Die wichtigste Option ist:

- b bzw. --backup
benennt bereits vorhandene gleichnamige Dateien in Backup-Dateien (Name plus ~-Zeichen) um, anstatt sie zu überschreiben.
- i bzw. --interactive
fragt, bevor vorhandene Dateien überschrieben werden.

Beispiel

```
user$ mv *~ backup
```

verschiebt alle Backup-Dateien im aktuellen Verzeichnis (d. h. alle Dateien, deren Namen mit ~ enden) in das Unterverzeichnis `backup`.

mwrite linuxdatei dosdatei

`mwrite` kopiert die Datei aus dem Linux-Dateisystem auf eine MS-DOS-Diskette. Das Kommando ist eine eingeschränkte Variante von `mcopy`, das Kopiervorgänge in beide Richtungen erlaubt.

newgrp [gruppenname]

Das Kommando `newgrp` bestimmt die gerade aktive Gruppe eines Benutzers, der mehreren Gruppen angehört. Die aktive Gruppe bestimmt, welcher Gruppe neu erzeugte Dateien angehören. Die zur Auswahl stehenden Gruppen können mit `groups` ermittelt werden. Wenn kein Gruppenname angegeben wird, wird die primäre Gruppe verwendet. Diese Gruppe gilt auch nach einem Login automatisch als aktive Gruppe.

nice [optionen] programm

nice startet das angegebene Programm mit einer verringerten oder erhöhten Priorität. Das Kommando wird in der Regel dazu eingesetzt, nicht allzu zeitkritische (Hintergrund-)Programme mit kleiner Priorität zu starten, damit das restliche System nicht zu stark beeinträchtigt wird.

+/- n

gibt den **nice**-Wert vor. Standardmäßig (also ohne **nice**) werden Programme mit dem **nice**-Wert 0 gestartet. Ein Wert von -20 bedeutet höchste Priorität, ein Wert von +19 bedeutet niedrigste Priorität. Werte kleiner 0 dürfen nur von **root** angegeben werden, d. h. die meisten Anwender können mit **nice** nur Programme mit reduzierter Priorität starten. Wenn auf diese Option verzichtet wird, startet **nice** das Programm mit dem **nice**-Wert von +10.

nl [optionen] datei

nl nummeriert alle nicht leeren Zeilen der angegebenen Textdatei. Durch die Einstellung der zahlreichen Optionen kann eine seitenweise Nummerierung, eine Nummerierung von Kopf- und Fußzeilen etc. erreicht werden.

nohup kommando

Wenn Sie ein Kommando als Hintergrundprozess in einem Shell-Fenster starten und das Fenster dann schließen, oder wenn Sie das Kommando in einer Textkonsole starten und sich dann ausloggen, wird der Hintergrundprozess automatisch beendet. Das ist im Regelfall ein sinnvolles Verhalten.

Manchmal möchten Sie aber einen Prozess starten, der nach dem Ausloggen weiterläuft – und genau dazu dient **nohup**. Das Kommando muss mit seinem vollständigen Pfad angegeben werden. Es kann keine Textausgaben an die Standardausgabe schreiben. (Ausgaben werden gegebenenfalls in die Datei **nohup.out** im lokalen Verzeichnis umgeleitet.)

passwd [username]

passwd ohne Parameter ermöglicht es, das Passwort des aktuellen Benutzers zu ändern. Dazu muss zuerst das alte und dann zweimal hintereinander das neue Passwort eingegeben werden. Das neue Passwort wird in verschlüsselter Form in die Datei **/etc/passwd** eingetragen. Jeder Benutzer hat das Recht, sein eigenes Passwort zu verändern. Allerdings muss das Passwort mindestens sechs Zeichen lang sein, und es muss entweder Ziffern oder sowohl Klein- als auch Großbuchstaben enthalten.

Wenn **passwd** mit der Angabe eines Benutzernamens aufgerufen wird, kann das Passwort dieses Benutzers verändert werden. Der Aufruf dieser **passwd**-Variante ist allerdings nur **root** gestattet. Das alte Passwort muss nicht angegeben werden, d. h. **root**

kann das Passwort auch dann verändern, wenn der Benutzer sein Passwort vergessen hat. Für `root` gelten die obigen Passwortrestriktionen nicht, er kann also auch ein Passwort aus nur einem einzigen Zeichen definieren. Es ist aber nicht einmal `root` gestattet, überhaupt kein Passwort (also einfach \leftarrow) anzugeben.

paste datei1 datei2 ...

`paste` setzt die Zeilen der angegebenen Dateien zu neuen (längeren) Zeilen zusammen und gibt das Ergebnis auf dem Bildschirm aus. Die erste Zeile des resultierenden Textes ergibt sich also aus der ersten Zeile der ersten Datei plus der ersten Zeile der zweiten Datei etc. Zwischen den Bestandteilen der neuen Zeile werden Tabulator-Zeichen eingefügt. Durch `> zieldatei` kann das Ergebnis in einer Datei gespeichert werden.

printenv

`printenv` zeigt alle Umgebungsvariablen an. Umgebungsvariablen sind von der aktuellen Shell unabhängig. Die Shell-Variablen der `bash` können mit `set` angezeigt werden.

ps [optionen]

`ps` zeigt die Liste der laufenden Prozesse (Programme) an. Das Kommando ist insbesondere im Zusammenspiel mit `kill` sehr praktisch, um hängende Programme gewaltsam zu beenden (siehe Seite 945). `ps` ist mit zahllosen Optionen ausgestattet, die im Online-Manual (`man ps`) ausführlich beschrieben sind. Dort finden Sie auch Erklärungen dazu, was die zahlreichen Informationen bedeuten, die von `ps` ausgegeben werden.

Im Gegensatz zu anderen Kommandos gibt es bei `ps` Optionen mit und ohne vorangehenden Bindestrich. Diese haben teilweise sogar eine unterschiedliche Bedeutung. (`ps -a` und `ps a` sind nicht gleichwertig!) Beide Optionstypen können in Gruppen gemischt werden, z. B. `ps -A ul`.

Die wichtigsten der ca. 50 Optionen lauten:

- `a` zeigt auch Prozesse anderer Benutzer an (nicht nur die eigenen).
- `-A` zeigt alle Prozesse an.
- `f` zeigt Prozessbaum an.
- `-f -l l` zeigt diverse Zusatzinformationen (Speicherbedarf, Priorität etc.) an.
- `u` zeigt auch den Namen der Benutzer der jeweiligen Prozesse an. Die Option kann nicht mit `l` kombiniert werden.
- `x` zeigt auch Prozesse an, denen kein Terminal zugeordnet ist. Dabei handelt es sich unter anderem um Linux-interne Prozesse zur Verwaltung des Systems (engl. daemons).

pstree [optionen] [pid]

pstree gibt einen Baum mit allen Prozessen auf dem Bildschirm aus. Der Baum macht deutlich, welcher Prozess von welchem anderen Prozess gestartet wurde. Wenn eine Prozessnummer angegeben wird, beginnt der Baum an dieser Stelle (sonst bei `init`, also dem ersten Prozess, der beim Systemstart ausgeführt wird).

pwd

pwd zeigt das aktuelle Verzeichnis an. **pwd** ist kein eigenständiges Linux-Kommando, sondern ein Shell-Kommando von `bash`.

rdev

Wenn das Kommando ohne Parameter aufgerufen wird, ermittelt es den Device-Namen der Root-Partition. Der eigentliche Zweck von **rdev** besteht aber darin, einige Bytes in der Linux-Kernel-Datei (zumeist `/vmlinuz` oder `/boot/vmlinuz`) zu verändern. Das kann zweckmäßig sein, um eine nur aus dem Kernel bestehende Bootdiskette zu erstellen.

Mit **rdev** können der VGA-Textmodus, die Größe der RAM-Disk und einige weitere Einstellungen verändert werden. Wenn **rdev** ohne Parameter aufgerufen wird, zeigt es einfach das aktuelle Bootdevice an (also den Namen der Festplattenpartition, auf der der Verzeichnisbaum mit dem Wurzelverzeichnis `/` beginnt).

Viele der Kernel-Einstellungen können auch über den LILO gesteuert werden (VGA-Modus, Root-Device etc.). Diese Vorgehensweise ist transparenter und daher vorzuziehen. **rdev** ist daher nur dann sinnvoll, wenn der Kernel direkt (ohne LILO) auf eine Bootdiskette übertragen werden soll.

kerneldatei device

verändert das Root-Device der Kernel-Datei.

-R kerneldatei 1

Dateisystem zuerst read only einbinden, damit beim Booten eine Überprüfung des Dateisystems durchgeführt werden kann.

-v kerneldatei n

stellt den VGA-Modus ein. Für *n* sind die folgenden Werte zulässig: `-1` für den Standard-VGA-Modus (80*25 Zeichen), `-2` für den erweiterten VGA-Modus (80*50 Zeichen), `-3` für eine Abfrage nach dem gewünschten Modus während des Bootprozesses oder ein Wert größer 0 zur Einstellung dieses Modus der VGA-Karte.

Beispiel

```
root# cp /boot/vmlinuz /dev/fd0
root# rdev
/dev/hda3
root# rdev /dev/fd0 /dev/hda3
root# rdev -R /dev/fd0 1
```

erzeugt eine Bootdiskette: Die Kernel-Datei `vmlinuz` wird auf eine leere Diskette kopiert. Als Partition für das Wurzelverzeichnis wird `/dev/hda3` eingestellt. Ein Starten des Linux-Systems von dieser Bootdiskette gelingt nur, wenn sich das Wurzelverzeichnis tatsächlich in dieser Partition befindet und wenn zum Start von Linux keine zusätzlichen Kernel-Module (SCSI, ext3, reiserfs etc.) benötigt werden. Weitere Informationen zum Erstellen von Bootdisketten finden Sie ab Seite 326.

reboot [optionen]

`reboot` beendet alle laufenden Prozesse und startet den Rechner anschließend neu. Wenn sich der Rechner im Runlevel 1 bis 5 befindet, wird dazu `shutdown` aufgerufen.

```
recode Zeichensatz1..Zeichensatz2 datei
recode Zeichensatz1..Zeichensatz2 < quelle > ziel
```

`recode` führt eine Zeichensatzkonvertierung von Zeichensatz 1 nach Zeichensatz 2 durch. `recode` kennt eine umfangreiche Liste von Zeichensätzen, die mit `recode -l` angesehen werden kann. Wie das zweite Beispiel beweist, kann `recode` auch dazu verwendet werden, um das bzw. die Zeichen zur Kennzeichnung des Zeilenendes zu ändern.

Beispiel

```
user$ recode ibmpc..latin1 < dosdat > linuxdat
```

konvertiert die DOS-Datei `dosdat` in eine Linux-Datei mit dem Latin-1-Zeichensatz.

```
user$ recode latin1/cr-lf..latin1 < windowsdat > linuxdat
```

ersetzt in der Datei `windowsdat` alle Zeilenenden (*Carriage Return* und *Line Feed*) durch das unter Linux übliche Zeilenende (nur *Line Feed*). Der eigentliche Zeichensatz wird nicht geändert. Die resultierende Datei wird in `linuxdat` gespeichert.

renice n pid

`renice` verändert die Priorität des Prozesses mit der angegebenen PID-Nummer. *n* ist wahlweise die neue Priorität (ein Wert zwischen -20 und 20) oder ein Deltawert mit positivem oder negativem Vorzeichen (z. B. +3 oder -2). Nur `root` darf die Priorität von Prozessen erhöhen. Die höchste Priorität ist -20, die kleinste ist 20.

reset

`reset` stellt die Zeichensatzzuordnung, die durch die Ausgabe von Sonderzeichen am Bildschirm zerstört worden ist, wieder her. `reset` setzt auch die Terminaleinstellungen auf die früher mit `setterm -store` gespeicherte Defaulteinstellung zurück. `reset` sollte immer dann ausgeführt werden, wenn statt Buchstaben und Ziffern plötzlich merkwürdige Zeichen auf dem Bildschirm erscheinen. Wenn `reset` nicht hilft, muss außerdem `setfont` oder `restorefont` ausgeführt werden.

```
restorefont -w datei  
restorefont -r datei
```

`restorefont -w` speichert den aktuell gültigen VGA-Zeichensatz in einer Datei. Wenn das Kommando mit der Option `-r` verwendet wird, kann diese Datei wieder eingelesen und so ein (zumeist durch eine alte XFree86-Version) zerstörter Zeichensatz wiederhergestellt werden. `restorefont` kann nur in einer Textkonsole und nicht unter X ausgeführt werden.

Merken Sie sich, in welcher Datei Sie den Zeichensatz gespeichert haben! Falls X Ihren Zeichensatz wirklich einmal zerstört, müssen Sie das Kommando blind eingeben können. Noch günstiger ist es, eine kleine Shell-Datei (z. B. `newfont`) zu schreiben, die diesen Aufruf übernimmt. Kopieren Sie diese Datei in `/usr/bin`, und setzen Sie für alle Anwender das `x`-Zugriffsbit. Alternativ zu `restorefont` können Sie auch `setfont` aufrufen, um einen der vordefinierten Zeichensätze zu laden.

restorepalette

`restorepalette` stellt die VGA-Farbpalette für den Textmodus wieder her. Das kann bei manchen VGA-Karten nach einem Wechsel zwischen X und einer Textkonsole notwendig sein. `restorepalette` kann nur in einer Textkonsole und nicht unter X ausgeführt werden.

```
rm [optionen] dateien
```

`rm` löscht die angegebenen Dateien. Verzeichnisse werden – sofern nicht die Option `-r` verwendet wird – nicht gelöscht. Zum Löschen einzelner Verzeichnisse ist das Kommando `rmdir` (siehe Beispiel) vorgesehen. Wenn Dateien mit Sonderzeichen gelöscht werden sollen, müssen die Dateinamen in einfache Apostrophe eingeschlossen werden. Die wichtigsten Optionen vom `rm` sind:

- f löscht ohne Rückfragen (auch Verzeichnisse). Vorsicht!
- i bzw. --interactive oder -v bzw. --verbose zeigt vor dem Löschen jeder einzelnen Datei eine Rückfrage an.

`-r` bzw. `-R` bzw. `--recursive`

löscht auch Dateien in allen Unterverzeichnissen (Vorsicht!). Wenn dabei der gesamte Inhalt des Unterverzeichnisses gelöscht wird, wird auch das Unterverzeichnis selbst eliminiert.

Beispiele

```
user$ rm *~
```

löscht alle Backup-Dateien (Dateien, die mit `~` enden) im aktuellen Verzeichnis.

```
user$ rm -r backup
```

löscht die Datei oder das Verzeichnis `backup`. Wenn `backup` ein Verzeichnis ist, werden auch alle darin enthaltenen Unterverzeichnisse und Dateien gelöscht!

```
user$ rm '#'*
```

löscht alle Dateien, die mit dem Doppelkreuz `#` beginnen. Die Apostrophe sind erforderlich, damit die Shell `#` nicht als Kommentar interpretiert.

```
rmdir [optionen] verzeichnis
```

`rmdir` löscht das angegebene Verzeichnis. `rmdir` kann nur ausgeführt werden, wenn das Verzeichnis leer ist. Eventuell vorhandene Dateien müssen vorher mit `rm` (eventuell mit der Option `-r`) gelöscht werden. Die wichtigste Option lautet:

`-p` bzw. `--parents`

löscht auch Unterverzeichnisse im angegebenen Verzeichnis (sofern die Verzeichnisse – mit Ausnahme von Unterverzeichnissen – leer sind).

```
rpm
```

`rpm` ermöglicht die Administration von Paketen im RPM-Format. Das Programm ist ausführlich auf Seite 181 beschrieben.

```
sed [optionen] kommando [< quelle > ziel]
```

`sed` ist ein so genannter Stream-Editor. Das Kommando wird normalerweise als Textfilter verwendet, um bestimmte Zeichen oder Zeichenkombinationen im Ausgangstext zu finden und zu bearbeiten (löschen, durch andere Zeichen ersetzen etc.). Die Steuerung des `sed` erfolgt durch Kommandos, die entweder auf alle Zeilen des Textes angewendet werden oder nur auf solche Zeilen, die bestimmten Ausgangsbedingungen entsprechen. Die Bedienung des `sed` ist leider ziemlich kompliziert und wegen der vielen Sonderzeichen vollkommen unübersichtlich. Aus diesen Gründen wird hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet und die Anwendung des `sed` nur anhand zweier Beispiele vorgestellt:

```
user$ sed 1,3d < test
```

löscht die erste bis dritte Zeile der Datei `test` und zeigt den Rest der Datei auf dem Bildschirm an (Standardausgabe). Dabei steht `d` für das `sed`-Kommando *delete*. `1, 3` gibt den Adressbereich an, in dem dieses Kommando wirkt.

```
user$ sed s/a/A/ < test
```

ersetzt alle 'a' durch 'A'. Dabei steht `s` für das Kommando *regular find and replace*. Die in / eingeschlossenen Texte sind das Suchmuster und der einzusetzende Text. Da vor dem Kommando keine Adressangabe steht, wird es auf alle Zeilen angewandt.

set

`set` zeigt alle der Shell bekannten Variablen an (inklusive der Umgebungsvariablen, die auch mit `printenv` angezeigt werden können). `set -x` bewirkt, dass die `bash` vor der Ausführung jedes Kommandos anzeigt, wie die interne Kommandozeile (nach der Berücksichtigung von `alias`-Abkürzungen und Expansion der Dateinamen) aussieht. `set` ist kein eigenständiges Kommando, sondern ein Kommando der `bash`-Shell.

setfont Zeichensatz

`setfont` liest eine Zeichensatzdatei aus dem Verzeichnis `/usr/lib/kbd/console-fonts` und aktiviert diesen Zeichensatz im VGA-Textmodus. `setfont` kann nur in einer Textkonsole und nicht unter `X` verwendet werden. Brauchbare Zeichensätze sind `default8x16` (für den 25-zeiligen Textmodus) und `default8x9` (für den 50-zeiligen Textmodus).

setterm [option]

`setterm` verändert diverse Einstellungen des Terminals. Wenn das Kommando ohne die Angabe einer Option ausgeführt wird, zeigt es eine Liste aller möglichen Optionen an. Wichtige Optionen sind:

- `-blank n`
aktiviert nach *n* Minuten ohne Eingabe den Bildschirmschoner.
- `-clear`
löscht den Bildschirm.
- `-inversescreen on` oder `off`
invertiert den Bildschirm (schwarzer Text auf weißem Hintergrund) bzw. stellt wieder den Normalzustand her.

Einige weitere Optionen, die vor allem zum Einsatz bei der Shell-Programmierung von Interesse sind (Veränderung der Schriftart etc.) werden auf Seite 911 beschrieben.

shutdown [optionen] zeitpunkt [nachricht]

shutdown ist der sicherste Weg, um Linux zu beenden. Als Zeitpunkt muss entweder eine Uhrzeit (hh:mm), die Anzahl der Minuten gerechnet von der aktuellen Zeit (+m) oder das Schlüsselwort now (also sofort) angegeben werden. shutdown kann nur von root ausgeführt werden. Oft ist Linux so konfiguriert, dass Anwender ohne root-Rechte den Rechner mit **(Alt)+(Strg)+(Entf)** neu starten können.

shutdown informiert alle anderen Benutzer davon, dass das System in Kürze abgeschaltet wird, und lässt keine neuen Logins mehr zu. Anschließend werden alle Prozesse gewarnt, dass sie in Kürze gestoppt werden. Einige Programme (etwa emacs, vi ...) nutzen diese Warnung und speichern alle offenen Dateien in Backup-Kopien.

- c bricht einen bereits eingeleiteten shutdown-Vorgang ab (sofern das noch möglich ist).
- f wie -r, aber schneller.
- h hält das System nach dem Herunterfahren an. Der Rechner reagiert dann nicht mehr auf Eingaben. Am Bildschirm erscheint die Meldung *system halted*. Der Rechner kann anschließend ausgeschaltet werden. (Wenn der Kernel mit APM-Funktionen kompiliert wurde und der Rechner mit APM-Funktionen ausgestattet ist, wird der Rechner gleichzeitig ausgeschaltet.)
- n führt den Shutdown besonders schnell aus (unter Umgehung der Init-V-Prozesse).
- r veranlasst nach dem Herunterfahren des Systems einen Neustart.
- t *sekunden*
bestimmt, wie lange zwischen der Warnnachricht und dem Kill-Signal für die Prozesse gewartet werden soll (Default: 20 Sekunden).

Beispiel

```
root# shutdown -h -t 3 now
```

fährt das System blitzartig herunter. Wenn Sie diese shutdown-Variante wählen, sollten keine Texteditoren oder anderen Programme mit ungesicherten Dateien mehr laufen, da die Zeit von drei Sekunden zur Durchführung von Backups oft nicht ausreicht.

slocate

Bei diesem Kommando handelt es sich um eine Variante zu `updatedb` – siehe dort (Seite 976).

sort [optionen] datei

sort sortiert die angegebene Datei und gibt das Ergebnis auf dem Bildschirm aus. Deutsche Sonderzeichen werden dabei *nicht* richtig eingeordnet (sondern nach ihren Zeichencodes, also nach allen gewöhnlichen Buchstaben). **sort** kann mit einer großen Anzahl von Optionen beeinflusst werden, von denen hier nur die wichtigsten beschrieben werden.

- c überprüft, ob die Datei sortiert ist oder nicht.
- f behandelt Klein- und Großbuchstaben als gleichwertig.
- m fügt zwei oder mehrere vorsortierte Dateien zu einer großen sortierten Datei zusammen. Das geht schneller, als die Dateien vorher zusammenzufügen und erst dann zu sortieren.
- o *ergebnisdatei*
schreibt das Ergebnis in die angegebene Datei. Die Datei darf mit der zu sortierenden Datei übereinstimmen.
- r sortiert in umgekehrter Reihenfolge.
- tz
gibt das Trennzeichen zwischen zwei Spalten an (Defaulteinstellung ist *white space*, also eine beliebige Mischung aus Leer- und Tabulatorzeichen).
- +n1 [-n2]
berücksichtigt nur die Zeichen zwischen der n1-ten (inklusive) und der n2-ten Spalte (exklusive). Die Spaltennummerierung beginnt mit 0! Spalten werden normalerweise durch Leer- oder Tabulatorzeichen voneinander getrennt, siehe aber -t. Wenn n2 nicht angegeben wird, dann werden alle Zeichen ab n1 bis zum Zeilenende berücksichtigt.

Das Kommando **sort datei > datei** hat nicht die erwünschte Wirkung, sondern führt dazu, dass **datei** gelöscht wird. Wenn Sie das Ergebnis des Sortierkommandos in eine Datei umleiten wollen, müssen Sie einen anderen Dateinamen als den der zu sortierenden Datei angeben oder die Option -o verwenden. Deutsche Sonderzeichen werden von **sort** nicht korrekt behandelt.

Beispiel

```
user$ ls -l | sort +2
```

sortiert das von **ls** übergebene Inhaltsverzeichnis nach Anwender- und Gruppennamen. Dateien mit übereinstimmenden Anwender- und Gruppennamen werden ihrer Größe nach sortiert.

```
split [optionen] datei [zieldatei]
```

split zerlegt die angegebene Datei in mehrere Einzeldateien. Die Ausgangsdatei wird dabei (je nach Optionen) alle *n* Byte, kByte oder Zeilen getrennt. Wenn keine Zieldatei angegeben wird, liefert das Kommando die Dateien *xaa*, *xab* etc. Wenn eine Zieldatei angegeben wird, dann wird für die Ergebnisdateien dieser Dateiname zusammen mit der Zeichenkombination *aa*, *ab* etc. verwendet.

-n bzw. **-l** *n* bzw. **--lines=n**

zerlegt die Ausgangsdatei in Einzeldateien mit je *n* Zeilen.

-b *n* bzw. **--bytes=n**

trennt die Ausgangsdatei alle *n* Bytes. Wenn hinter *n* die Buchstaben *k* oder *m* angegeben werden, sind kByte oder MByte gemeint.

-C *n* bzw. **--line-bytes=n**

wie **-b**, allerdings werden die Dateien an Zeilengrenzen zerlegt und sind daher zu meist einige Byte kleiner als *n*.

Beispiel

```
user$ split -c 1430k backup.tar disk.
```

zerlegt die Archivdatei *backup.tar* in Einzeldateien zu je 1430 kByte und benennt sie mit *disk.aa*, *disk.ab* etc. Diese Dateien könnten anschließend auf Disketten gespeichert werden.

```
user$ cat disk.* > total.tar
```

setzt die Einzeldateien wieder zu einer Gesamtdatei zusammen.

```
su [optionen] [user]
```

su (substitute user) ohne Optionen wechselt ohne mühseliges **logoff** und **login** (aber natürlich mit Passwortheingabe) in den **root**-Modus. Damit ist bis zum nächsten **exit**-Kommando **root** der aktive User.

Optional kann bei **su** statt des Default-Users **root** auch ein anderer User angegeben werden. Wenn **su** von **root** ausgeführt wird, muss beim User-Wechsel nicht einmal ein Passwort angegeben werden.

-l bzw. **--login**

beim User-Wechsel wird die neue Shell als Login-Shell gestartet, d. h. es werden alle Login-Dateien mit eingelesen. Das ist erforderlich, damit Umgebungsvariablen wie **PATH** korrekt konfiguriert werden.

sudo [optionen] kommando

`sudo` führt ein Kommando aus, als würde es von einem anderen Benutzer (default: `root`) ausgeführt. Damit können dank `sudo` gewöhnliche Benutzer administrative Aufgaben übernehmen bzw. systemkritische Kommandos ausführen, ohne dazu das `root`-Passwort zu kennen.

Bevor `sudo` die Ausführung eines Programms erlaubt, muss dieses Recht für einen bestimmten Benutzer und für ein bestimmtes Programm in der Datei `/etc/sudoers` angegeben werden. Weitere Details zu `sudo` finden Sie auf Seite 307.

sum datei

`sum` berechnet eine 16-Bit-Prüfsumme und ermittelt die Anzahl der Blöcke, die die Datei auf der Festplatte belegt (siehe auch `cksum` auf Seite 927).

swapoff device

`swapoff` deaktiviert die angegebene Swap-Datei oder -Festplattenpartition (siehe `swapon`).

swapon device

`swapon` aktiviert das angegebene Device (zumeist eine Festplattenpartition) bzw. die stattdessen angegebene Datei als Swap-Bereich. Die Partition bzw. Datei muss vorher mit `mkswap` als Swap-Bereich formatiert werden. `swapon` wird beim Hochfahren von Linux für alle in `/etc/fstab` aufgezählten Swap-Bereiche automatisch ausgeführt. Das Kommando kann nur von `root` ausgeführt werden. Die richtige Einstellung von `fstab` im Rahmen der Systemkonfiguration ist auf Seite 242 beschrieben.

sync

Führt alle gepufferten Schreiboperationen auf den Festplatten aus. Wenn aus irgendeinem Grund ein geordnetes Beenden von Linux nicht möglich ist, d. h. wenn die Kommandos `shutdown`, `reboot` und `halt` nicht ausführbar sind und der Rechner nicht auf **(Alt)+(Strg)+(Entf)** reagiert, sollte `sync` unmittelbar vor dem Ausschalten ausgeführt werden. Das ist aber nur eine Notlösung!

tac datei

`tac` gibt die angegebene Textdatei in umgekehrter Reihenfolge auf dem Bildschirm aus, d. h. die letzte Zeile zuerst (siehe auch `cat` auf Seite 924).

```
tail [optionen] datei
```

tail gibt die letzten zehn Zeilen einer Textdatei auf dem Bildschirm aus.

-n zeilen

gibt die angegebene Anzahl von Zeilen aus.

-f liest die Datei regelmäßig aus und gibt alle neuen Zeilen aus. In dieser Form eignet sich **tail** vor allem zur Beobachtung von Protokolldateien.

Beispiel

```
root# tail -f /var/log/messages
```

zeigt die letzten zehn Zeilen von **messages** an. Wenn neue Zeilen hinzukommen, werden auch diese angezeigt (sodass nach kurzer Zeit der ganze Bildschirm – und nicht nur zehn Zeilen – genutzt wird).

```
tar aktion [optionen] dateien  
tar aktion [optionen] verzeichnisse
```

tar vereint mehrere Dateien oder ganze Verzeichnisse in einem so genannten Archiv bzw. extrahiert aus diesem Archiv wieder ihre Bestandteile. **tar** war ursprünglich als Tool zum Lesen und Schreiben von Daten auf einem Streamer konzipiert. **tar** greift deswegen standardmäßig auf den installierten Streamer (zumeist **/dev/tape** oder **/dev/rmt0**) zu. Wenn Sie ein Archiv in einer Datei anlegen möchten (beispielsweise, um diese Datei anschließend auf einer Diskette zu sichern), müssen Sie die Option **-f datei** angeben.

Da **tar** je nach Angabe der Optionen die zu archivierenden Dateien mit **compress** oder **gzip** auch komprimiert, ist es in seiner Funktion mit typischen Kompressionsprogrammen unter DOS (etwa **LHA**) zu vergleichen. Sein Hauptzweck – abgesehen vom Sichern von Daten auf Streamern – besteht darin, mehrere Dateien oder Verzeichnisse in eine handliche und möglichst kleine Datei zu verpacken. Auf praktisch allen Linux-CDs befinden sich zahlreiche Archivdateien, die auf diese Weise entstanden sind.

Die typische Kennung für Archivdateien ist **.tar**. Wenn die Archivdatei komprimiert ist, lauten die Kennungen zumeist **.tgz**, **.tpz** oder **.tar.gz**.

Die Steuerung von **tar** erfolgt in zwei Stufen: Zum einen muss eine Aktion angegeben werden, die **tar** ausführen soll, und zum anderen kann diese Aktion durch eine oder mehrere Optionen gesteuert werden. Auch wenn Aktionen und Optionen formal gleich aussehen, besteht ein wesentlicher Unterschied: Es muss genau eine Aktion (nicht mehr und nicht weniger) vor allen anderen Optionen angegeben werden. Während in den nächsten Zeilen alle Aktionen kurz beschrieben sind, wurden hier nur die wichtigsten Optionen aufgezählt (siehe man-Seiten). Wenn Sie sich nicht mit den zahllosen **tar**-Optionen auseinander setzen möchten, bietet das Programm **xtar** eine komfortable Benutzeroberfläche für die wichtigsten Kommandos.

Auf vielen Unix-Systemen erfolgt die Steuerung von `tar` zwar (zumeist) mit denselben Kommandos und Optionen, die Syntax ist aber anders: Es werden alle Kommandos und Optionen als ein Block ohne die üblichen Optionsstriche angegeben, etwa `tar cvf name.tar pfad`. GNU-`tar` versteht auch diese Syntax.

Aktionen

- A bzw. `--catenate` bzw. `--concatenate`
hängt an ein vorhandenes Archiv ein weiteres Archiv an. Nur für Streamer (nicht für Archivdateien) geeignet.
- c bzw. `--create`
erzeugt ein neues Archiv, d. h. ein eventuell vorhandenes Archiv wird überschrieben.
- d bzw. `--diff` bzw. `--compare`
vergleicht die Dateien des Archivs mit den Dateien des aktuellen Verzeichnisses und stellt eventuelle Unterschiede fest.
- r bzw. `--append`
erweitert das Archiv um zusätzliche Dateien.
- delete
löscht Dateien aus dem Archiv. Nur für Archivdateien (nicht für Streamer) geeignet.
- t bzw. `--list`
zeigt das Inhaltsverzeichnis des Archivs an.
- u bzw. `--update`
erweitert das Archiv um neue oder geänderte Dateien. Die Option kann nicht für komprimierte Archive verwendet werden. Vorsicht: Das Archiv wird immer größer, weil bereits vorhandene Dateien nicht überschrieben werden! Die neuen Dateien werden einfach am Ende des Archivs angehängt.
- x bzw. `--extract`
extrahiert die angegebenen Dateien aus dem Archiv und kopiert sie in das aktuelle Verzeichnis. Die Dateien werden dabei nicht aus dem Archiv gelöscht.

Optionen

- C *verzeichnis*
extrahiert die Dateien in das angegebene (statt in das aktuelle) Verzeichnis.
- f *datei*
verwendet die angegebene Datei als Archiv (anstatt auf den Streamer zuzugreifen).
- I
komprimiert bzw. dekomprimiert das gesamte Archiv durch `bzip2`. Siehe auch `-z`!
- L *n* bzw. `--tape-length n`
gibt die Kapazität des Streamers in kByte an. Wenn die Kapazität durch die Größe des Archivs überschritten wird, fordert `tar` zu einem Wechsel des Magnetbands auf.

- N *datum* bzw. --after-date *datum* bzw. --newer *datum*
archiviert nur Dateien, die aktueller als das angegebene Datum sind.
- T *datei* bzw. --files-from *datei*
archiviert bzw. extrahiert die in der Datei angegebenen Dateinamen.
- v bzw. --verbose
zeigt während der Arbeit alle Dateinamen auf dem Bildschirm an. Wenn -v in Kombination mit dem Kommando t verwendet wird, werden zusätzliche Informationen zu den Dateien angezeigt (Dateigröße etc.). Wenn die Option zweimal angegeben wird, werden die Informationen noch ausführlicher.
- W bzw. --verify
überprüft nach dem Schreiben die Korrektheit der gerade archivierten Dateien. Kann nicht für komprimierte Archive verwendet werden.
- z bzw. --gzip
komprimiert bzw. dekomprimiert das gesamte Archiv durch gzip. Für das Anlegen von *.tgz-Dateien ist diese Option sehr praktisch. Wenn dagegen tatsächlich Daten auf einem Streamer gespeichert werden, kann die Option gefährlich sein:

Ein einziger Fehler auf dem Magnetband kann das gesamte Archiv unbrauchbar machen! (Ohne Kompression werden dann zwar auch Dateien zerstört, im Regelfall ist der Schaden aber deutlich geringer.) DAT-Streamer sind in der Lage, die zu verarbeitenden Daten selbst zu komprimieren (das geht schneller, ist aber nicht so effektiv wie gzip). Die -z-Option ist inkompatibel zu den tar-Versionen der meisten anderen Unix-Dialekte.

Beispiele

```
user$ tar -cv text/buch
```

speichert alle Dateien aus dem angegebenen Verzeichnis und seinen Unterverzeichnissen auf dem angeschlossenen Streamer und zeigt die gespeicherten Dateien auf dem Bildschirm an.

```
user$ tar -cvf /dev/nst0 text/buch
```

wie oben, aber für den an /dev/nst0 angeschlossenen Streamer (wenn der Default-Streamer von tar nicht mit Ihrem Streamer übereinstimmt).

Generell sollten Sie immer einen Pfad beim Erstellen von Archiven angeben. Das macht später das Entpacken einfacher (weil die Dateien automatisch in Unterverzeichnisse extrahiert werden und so ein Durcheinander im aktuellen Verzeichnis vermieden wird).

```
user$ tar -czf buch.tgz text/buch
```

archiviert alle Dateien aus dem Verzeichnis text/buch und aus allen Unterverzeichnissen in der komprimierten Datei buch.tgz.

```
user$ find . -mtime 7 -print > /tmp/lastweek
user$ tar -cT /tmp/lastweek
```

speichert alle Dateien auf das Band, die sich in der letzten Woche geändert haben.

```
user$ tar -tzf backup.tgz
```

zeigt alle Dateien des Archivs an. (Bei den meisten Distributionen ist `less` so konfiguriert, dass Sie den Archivinhalt ganz bequem auch mit `less backup.tgz` ansehen können.)

```
user$ tar tIf linux-2.2.0.tar.bz2
```

zeigt alle Dateien eines mit `bzip2` komprimierten Linux-Archivs an.

```
user$ tar -xzf backup.tgz
```

extrahiert das Archiv in das aktuelle Verzeichnis.

Sehen Sie sich Archive vor dem Entpacken immer zuerst mit `tar -t` an. Damit erfahren Sie, ob im Archiv Pfadinformationen gespeichert sind und wohin die Dateien installiert werden. Sie können dann vor `tar -x` noch ein Verzeichnis anlegen und in dieses Verzeichnis wechseln oder die Option `-C` verwenden, um ein unkontrolliertes Schreiben von Dateien in das lokale Verzeichnis zu vermeiden.

```
user$ tar -xzf backup.tgz -C /tst
```

extrahiert das Archiv in das Verzeichnis `tst`.

```
user$ tar xzfC backup.tgz /tst
```

wie oben, aber alternative Schreibweise.

```
user$ tar -xzf backup.tgz '*.tex'
```

extrahiert nur `*.tex`-Dateien aus dem Archiv. Achten Sie auf die Apostrophe für das Dateimuster, um eine sofortige Auswertung durch die Shell zu vermeiden!

```
root# (cd /verz1 ; tar cf - .) | (cd /verz2 ; tar xvf -)
```

kopiert alle Dateien aus `/verz1` nach `/verz2`. Der Vorteil gegenüber einem normalen `cp`-Kommando besteht darin, dass symbolische Links als solche kopiert werden (und nicht die Daten, auf die die Links verweisen). Das obige Kommando eignet sich besonders dazu, um ganze Dateibäume von einer Partition auf eine andere zu übertragen.

DAT-Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Unix-Systemen

Der Austausch von DAT-Streamer-Bändern, die auf unterschiedlichen Unix-Systemen gelesen bzw. geschrieben werden, bereitet oft Probleme. (Es gibt nicht die Spur von einem Standard!) Die folgenden Absätze geben einige Tipps, die zum Teil aus eigenen Erfahrungen resultieren, zum Teil auf entsprechenden Beiträgen in Linux-Newsgruppen basieren.

Die wahrscheinlichste Fehlerursache ist die unterschiedliche Blockanzahl (Option `-b`), die beim Lesen und Schreiben übereinstimmen muss. Es sieht so aus, als gäbe es keine zwei Unix-Varianten, deren `tar`-Kommandos die gleiche Blockanzahl als Defaulteinstellung verwenden. Bei GNU-`tar` gilt `-b 20` als Defaulteinstellung. Eventuell müssen Sie auch mit `mt setblk n` die Voreinstellung des Streamers verändern. Auf manchen Unix-Systemen ist neben dem Original-`tar` des jeweiligen Herstellers auch noch GNU-`tar` installiert, das dann aber oft als `gtar` angesprochen werden muss.

Wenn alles nichts hilft, gibt es noch andere Möglichkeiten, den Datenaustausch über ein DAT-Band zu Wege zu bringen. Die eine Variante besteht darin, das Kommando `cpio` zu verwenden. Noch eine Ebene tiefer arbeitet das Kommando `dd`, d. h. zum Schreiben verwenden Sie `dd if=datei of=/dev/streamer`, zum Lesen `dd if=streamer of=/dev/datei`. Mit der `dd`-Option `conv=swap` kann zur Not sogar die Byte-Reihenfolge umgekehrt werden.

Wenn Sie nicht auf `tar` verzichten möchten, können Sie auch Pipes verwenden. Das Kommando zum Schreiben der Daten auf ein DAT-Band sieht dann so aus:

```
root# tar -cvf - daten | dd obs=10240 of=/dev/tapedevice
```

Zum Lesen verwenden Sie:

```
root# dd ibs=10240 if=/dev/tapedevice | tar -xvf -
```

tee datei

`tee` dupliziert die Standardeingabe, zeigt eine Kopie an und speichert die andere in einer Datei. In der Praxis ist das dann sinnvoll, wenn die Ausgabe eines Kommandos auf dem Bildschirm beobachtet, aber gleichzeitig auch in einer Datei gespeichert werden soll. Eine einfache Umleitung mit `>` in eine Datei hätte zur Folge, dass auf dem Bildschirm nichts zu sehen ist.

Beispiel

```
user$ ls -l | tee inhalt
```

zeigt das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Verzeichnisses auf dem Bildschirm an und speichert es gleichzeitig in der Datei `inhalt`.

top [q]

`top` zeigt alle fünf Sekunden die Liste aller laufenden Prozesse an, wobei die Prozesse nach ihrem Anteil an der Rechenzeit geordnet werden. Wenn beim Aufruf der optionale Parameter `q` angegeben wird, aktualisiert `top` die Liste ständig und beansprucht die gesamte freie Rechenzeit. `@` beendet das Programm. Das Programm sollte nach Möglichkeit in einem eigenen Terminal(fenster) ausgeführt werden.

touch [optionen] dateien

touch verändert den zusammen mit der Datei gespeicherten Zeitpunkt der letzten Änderung. Wenn das Kommando ohne Optionen verwendet wird, wird als Änderungszeit die aktuelle Zeit gespeichert. Wenn die Datei noch nicht existiert, wird eine neue, 0 Byte lange Datei erzeugt.

- d *zeit*
speichert den angegebenen Zeitpunkt (Datum plus Uhrzeit).
- r *datei*
verwendet die gespeicherte Änderungszeit der angegebenen Datei.

tr [optionen] zk1 [zk2] [< quelle > ziel]

tr ersetzt in der angegebenen Quelldatei alle Zeichen der Zeichenkette 1 durch die entsprechenden Zeichen der Zeichenkette 2. Die beiden Zeichenketten sollten gleich lang sein. Zeichen, die in der ersten Zeichenkette nicht vorkommen, bleiben unverändert. Es ist nicht möglich, ein einzelnes Zeichen durch mehrere Zeichen zu ersetzen (etwa ö durch "o) – dazu müssen Kommandos wie **recode** oder **sed** verwendet werden.

- d die in Zeichenkette 1 angegebenen Zeichen werden gelöscht. Zeichenkette 2 braucht nicht angegeben zu werden.

Beispiel

```
user$ tr a-zäöü A-ZÄÖÜ < text.lin
```

ersetzt in `text.lin` alle Klein- durch Großbuchstaben.

tty

tty zeigt den Device-Namen des Terminals an (für die Textkonsolen: `/dev/tty1` bis `tty6`, für X-Shell-Fenster `/dev/ttypn`).

tune2fs [optionen] device

Mit **tune2fs** können nachträglich diverse Systemparameter eines ext2-Dateisystems verändert werden.

- c *n*
gibt an, nach wie vielen mount-Vorgängen die Partition beim Booten auf Fehler kontrolliert werden soll (**mke2fs**-Default: 20 mount-Vorgänge). Wenn Sie Linux täglich (mehrfach) starten und beenden, ist es empfehlenswert, hier einen etwas höheren Wert anzugeben. Sie vermeiden damit, dass alle paar Tage die zeitaufwändige Überprüfung der Datenintegrität durchgeführt wird.

-i n

gibt an, wie oft (in Tagen) die Partition beim Booten auf Fehler kontrolliert werden soll (mke2fs-Default: 180 Tage).

-m n

gibt an, wie viel Prozent des Datenträgers für Daten von root reserviert werden sollen (mke2fs-Default: 5 Prozent).

Das Kommando darf nur auf Partitionen angewendet werden, die momentan nicht in das Dateisystem eingebunden sind! Führen Sie also vorher `umount` aus! (Zur Veränderung der Root-Partition müssen Sie den Rechner mit einer Notfall- oder Installationsdiskette starten.)

type kommando

`type` ermittelt, ob es sich beim angegebenen Kommando um ein Shell-Kommando (beispielsweise `cd`) oder um eine `alias`-Abkürzung handelt. Die Meldung *command is hashed* bedeutet, dass es sich um ein in dieser Sitzung bereits ausgeführtes Linux-Kommando handelt, dessen Pfadnamen sich die `bash` in einem Hash-Verzeichnis gemerkt hat (siehe auch `hash` auf Seite 944). `type` ist ein Kommando der `bash`, sodass `type type` zur Meldung *type is shell builtin* führt.

```
umount device
umount verzeichnis
```

`umount` entfernt einen Datenträger aus dem Linux-Dateisystem. Die Angabe des Datenträgers erfolgt entweder durch seine Device-Bezeichnung oder durch das Verzeichnis, durch das er in das Dateisystem eingebunden ist. Das Kommando kann nur von `root` ausgeführt werden. Es führt zu einer Fehlermeldung, wenn auf dem angegebenen Datenträger noch geöffnete Dateien existieren (siehe auch `mount` auf Seite 955).

unalias abkürzung

`unalias` löscht die angegebene Abkürzung. `unalias` ist ein `bash`-Kommando. Der Umgang mit Abkürzungen wird auf Seite 865 näher beschrieben.

```
uname [optionen]
```

`uname` zeigt den Namen des Betriebssystems an (also Linux). Durch die Angabe von Optionen können auch andere Informationen angezeigt werden.

-a zeigt alle verfügbaren Informationen an, nämlich das Betriebssystem, die Versionsnummer, Datum und Uhrzeit sowie den Prozessor (z. B. i486).

uncompress datei

`uncompress` dekomprimiert eine mit `compress` komprimierte Datei. Dabei wird die Dateikennung `.Z` automatisch entfernt. `uncompress` ist ein Link auf `compress`, wobei automatisch die Option `-d` aktiviert wird.

uniq datei

`uniq` gibt die Zeilen einer Textdatei auf der Standardausgabe aus, wobei unmittelbar aufeinander folgende gleich lautende Zeilen eliminiert werden. Bei vorsortierten Dateien eliminiert `uniq` alle mehrfach auftretenden Zeilen.

Beispiel

```
user$ sort test | uniq > test1
```

sortiert die Datei `test`, eliminiert doppelte Zeilen und speichert das Resultat in `test1`.

updatedb

`updatedb` erstellt ein Indexverzeichnis mit einer Liste aller im gesamten Dateisystem enthaltenen Dateien. Diese Datenbank wird zumeist in der Datei `/var/lib/locatedb` gespeichert. Sie ermöglicht eine sehr effiziente Suche nach Dateien mit `locate` (siehe Seite 947).

Bei einigen Distributionen kommt statt `updatedb` das sichere `slocate` zum Einsatz. Dieses Kommando speichert in der Dateidatenbank auch die Zugriffsrechte. Bei der Ausführung der zu `slocate` passenden Version von `locate` bekommt der Benutzer dann nur die Dateien zu sehen, die er auch mit `ls` sehen würde. `slocate` kann aus Kompatibilitätsgründen meist auch mit dem Kommando `updatedb` ausgeführt werden, wobei `updatedb` aber nur ein Link auf `slocate` ist. `slocate` speichert die Dateinamen in `/var/lib/slocate/slocated.db`.

Bei den meisten Distributionen wird `updatedb` bzw. `slocate` einmal täglich ausgeführt (siehe `/etc/cron.daily`). Bei SuSE können Sie das verhindern, wenn Sie in `/etc/rc.config` die Variable `RUN_UPDATEDB` auf `NO` stellen.

useradd name

`useradd` meldet einen neuen Anwender an. Das Kommando kann nur von `root` ausgeführt werden. (Bei manchen Systemen steht statt `useradd` auch das Kommando `adduser` zur Verfügung. Außerdem gibt es meist distributionsspezifische Werkzeuge zur Verwaltung der Benutzer- und Gruppeninformationen.) Die folgende Liste zählt nur die wichtigsten Optionen auf.

`-g gruppe`

gibt die Hauptgruppe (primäre Gruppe) des Benutzers an.

- G *gruppeA,gruppeB,gruppeC*
bestimmt alle Zusatzgruppen (*supplementary groups*) des Benutzers.
- m falls noch kein Heimatverzeichnis existiert (*/home/name*), wird es erzeugt. Alle Dateien aus */etc/skel* werden dorthin kopiert.
- u *n*
gibt dem Benutzer eine neue UID-Nummer (*user identification*).

userdel name

userdel löscht den angegebenen Benutzer-Account.

- r löscht auch das gesamte Heimatverzeichnis sowie die Mail-Inbox des Benutzers.

usermod [optionen] name

usermod verändert diverse Eigenschaften des Benutzer-Accounts (z. B. das Heimatverzeichnis, die Gruppenzugehörigkeit, die Default-Shell oder die UID). Die meisten Optionen sind mit denen von **useradd** identisch (siehe oben).

- L blockiert den Account vorübergehend. (Vor das verschlüsselte Passwort wird das Zeichen '!' gestellt, weswegen ein Login nicht mehr möglich ist.)
- U gibt einen durch -L blockierten Account wieder frei.

wc dateien

wc zählt die Anzahl der Zeilen, Wörter und Zeichen in den angegebenen Dateien. Wenn durch Jokerzeichen mehrere Dateien erfasst werden, berechnet **wc** auch die Gesamtsumme der drei Angaben. **wc** ist auch gut für die Kombination mit anderen Programmen geeignet.

Beispiel

```
user$ find / -type f -print | wc
```

liefert die Gesamtanzahl aller Dateien. (**find** liefert für jede reguläre Datei eine Zeile. **wc** zählt die Zeilen.)

whatis datei

whatis gibt eine kurze Beschreibung (meist einzeilig) des angegebenen Kommandos bzw. Schlüsselworts an. **whatis**-Beschreibungen existieren nur zu Themen, zu denen **man**-Texte installiert sind. Wenn **whatis** nicht funktioniert, fehlen wahrscheinlich die zugrunde liegenden Datenbanken, die mit **makewhatis** erzeugt werden können (siehe Seite 131).

whereis datei

whereis durchsucht alle üblichen Pfade für Binärdateien, **man**-Dateien und Quellcode nach dem angegebenen Dateinamen. **whereis** ist damit weniger gründlich als **find**, dafür aber deutlich schneller. Die **man**-Seite zu **whereis** zählt auf, welche Verzeichnisse durchsucht werden.

which kommando

which durchsucht alle in **PATH** angegebenen Pfade nach dem Kommando. **which** liefert als Antwort den vollständigen Namen des Kommandos, das ausgeführt würde, wenn das Kommando ohne Pfadinformationen aufgerufen würde. Das ist vor allem dann eine Hilfe, wenn zu einem Kommando mehrere Versionen in unterschiedlichen Verzeichnissen existieren.

who [optionen]

who zeigt eine Liste aller zurzeit eingeloggten Systembenutzer an. (Auch wenn Sie allein mit Ihrem Rechner arbeiten, können Sie sich mit unterschiedlichen Namen an verschiedenen Textkonsolen einloggen.)

-m gibt den Benutzernamen der gerade aktiven Konsole an. Das Kommando **who am i** hat dieselbe Bedeutung.

write username

write ermöglicht es, einem anderen Benutzer eine Nachricht zu senden. Nach der Ausführung des Kommandos werden alle eingegebenen Zeichen bis **(Strg)+D** zum Terminal des angegebenen Benutzers übertragen.

```
zcat datei.gz  
zless datei.gz  
zmore datei.gz
```

Die drei Kommandos funktionieren wie `cat`, `less` und `more`. Der einzige Unterschied besteht darin, dass mit `gzip` komprimierte Dateien direkt (ohne vorheriges Dekomprieren mit `gunzip`) gelesen werden können. Das ist besonders praktisch, wenn sich die Dateien auf einer CD-ROM befinden.

`less` kann so konfiguriert werden, dass es ohne Unterschied für komprimierte und nicht komprimierte Dateien verwendet werden kann (siehe Seite 165).

Kapitel 23

Audio, MP3 und CD-R

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit Themen, die im Umfeld von Audio-Anwendungen angesiedelt sind:

- Konfiguration einer Sound-Karte
- Kernel-Sound-Systeme (OSS, ALSA)
- Sound-Server (KDE, Gnome)
- Abspielen von Audio-CDs
- Umgang mit MP3-Dateien (abspielen, erzeugen etc.)
- Alternative Audio-Formate (Ogg Vorbis, RealAudio)
- Audio-Tracks einlesen (rippen)
- Brennen geeigneter Audio- und Daten-CDs

Ich gehe in diesem Buch nur auf die elementaren Sound-Funktionen ein. Das Ziel ist es, dass Sie Sound-Dateien (WAV, MP3 etc.) abspielen und CDs am Computer anhören können. Weitergehende Multimedia-Funktionen – etwa Mehrkanal-Audio (Surround-Klang), MIDI-Anwendungen etc. – werden nicht behandelt.

VERWEIS

Einen guten Startpunkt für die weitere Recherche zum Thema Linux und Audio bilden das Sound-HOWTO und eventuell das schon recht alte Sound-Playing-HOWTO. Empfehlenswert sind auch die folgenden Websites:

<http://www.linuxdj.com/audio/quality/>

<http://sound.condorow.net/>

<http://www.boosthardware.com/LAU/Linux-Audio-Users-Guide/>

<http://www.multimedia4linux.de/>

23.1 Einführung

Konfiguration der Sound-Karte

Die Konfiguration von Sound-Karten war unter Linux lange relativ umständlich und kompliziert. Mittlerweile hat sich das zum Glück geändert. Die meisten marktüblichen Sound-Karten werden von den Installations- oder Konfigurationsprogrammen auf Anhieb erkannt und richtig konfiguriert. Die wichtigsten Konfigurations-Tools sind:

- `sndconfig` (Mandrake, Red Hat)
- `harddrake` (Mandrake)
- YaST2 (Dialogblatt `HARDWARE|SOUND`)
- `alsaconf` (distributionsunabhängig, ALSA-Konfiguration)

Hinter den Kulissen sieht die Ansteuerung der Sound-Karte folgendermaßen aus: Auf unterster Ebene befinden sich ein oder mehrere Kernel-Module, die direkt die Sound-Karte ansprechen. Dabei stehen zwei Typen von Kernel-Modulen zur Auswahl: OSS-Module und ALSA-Module (siehe Seite 984). Je nach Distribution kommt der eine oder der andere Typ zum Einsatz.

Egal, welches Sound-System (OSS oder ALSA) auf Ihrem Rechner installiert ist, in jedem Fall brauchen die Audio-Programme die Sound-Karte nicht direkt anzusprechen, sondern können dazu ein Audio-Device verwenden (meistens `/dev/dsp`). Dabei gilt, dass das erste Audio-Programm das Device blockiert. Ein weiteres Audio-Programm kann erst dann Daten an das Device senden, wenn das erste Programm fertig ist.

Wenn Sie unter KDE oder Gnome arbeiten, wird es noch ein bißchen komplizierter: Hier steht zwischen den Kernel-Modulen und den Audio-Programmen ein so genannter Sound-Server, dessen wesentlichster Vorteil darin besteht, mehreren Programmen den *gleichzeitigen* Zugang zum Audio-System zu erlauben (siehe Seite 987). Generell müssen Sie nach der erstmaligen Konfiguration der Sound-Karte KDE bzw. Gnome neu starten, damit die Änderungen auch im Desktop hörbar werden.

Tipp

Bei manchen Audio-Programmen (z. B. `xmms`, `freeamp` etc.) können Sie im Konfigurationsdialog einstellen, auf welche Weise die Sound-Karte angesprochen werden soll. Wenn ein Programm auf Anhieb nicht läuft, liegt es oft an Inkompatibilitäten zwischen dem Programm und dem auf Ihrem System aktiven Sound-System. Die richtige Konfiguration behebt solche Probleme.

Tipp

Wenn Sie Probleme mit Ihrem On-Board-Soundchip haben (wenn die Sound-Funktionen also im Mainboard integriert sind), besteht die einfachste Lösung oft darin, eine PCI-128-Soundblaster-Karte zu kaufen. Die On-Board-Sound-Funktion müssen Sie im BIOS deaktivieren. Diese Lösung kostet ein paar Euro, erspart Ihnen aber womöglich stundenlangen Ärger.

Wenn Sie sich für 3D-Klangeffekte (*spatial sound*) und Ähnliches interessieren, sollten Sie einen Blick auf die folgenden Websites werfen:

<http://www.openal.org/home/>

<http://www.oss3d.com>

Lautstärkeregelung

Bevor ein Ton aus dem Lautsprecher kommt, muss die Lautstärke richtig eingestellt werden. Dazu kommen je nach Sound-System unterschiedliche Programme zum Einsatz. (Aufgrund diverser Kompatibilitätsfunktionen in den einzelnen Sound-Systemen funktioniert in den meisten Fällen beinahe jeder Mixer.)

KDE: `kmix`

Gnome: `gmix`

OSS: `aumix`, `xaumix`

ALSA: `gamix`, `alsamixer` (Bedienung mit Cursortasten)

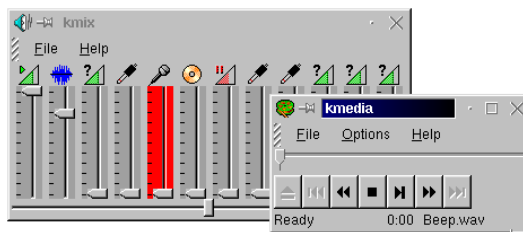


Abbildung 23.1: KDE-Lautstärkeeinstellung

Ein gemeinsames Merkmal all dieser Programme besteht darin, dass eine ganze Menge von Audio-Kanälen zusammengemischt werden können. Für normale Anwendungen sind aber nur drei Kanäle wichtig:

- Master-Lautstärke (Master volume): Dieser Regler (üblicherweise der erste) steuert die Lautstärke des Gesamtsignals.
- PCM-Lautstärke: PCM steht für *Pulse Code Modulation*. Der PCM-Kanal wird von allen Audio-Programmen verwendet, die selbst Audio-Daten in diesem Format erzeugen (z. B. alle MP3-Player). Wenn Sie eine beliebige Audio-Datei abspielen, darf weder die Master- noch die PCM-Lautstärke auf 0 stehen.
- CD-Lautstärke: Wenn Sie Audio-CDs abspielen möchten, steuert dieser Kanal, wie stark die direkt vom CD-Laufwerk kommenden Daten in das Gesamtsignal einfließen sollen. Damit Sie also CDs anhören können, müssen sowohl die Master- als auch die CD-Lautstärke eingestellt werden.

Welche weiteren Kanäle es gibt (Mikrophon, Video etc.) und wie sie zu steuern sind, hängt von den Mixer-Fähigkeiten Ihrer Sound-Karte und vom Sound-System ab.

Erster Test

Als ersten Test der Sound-Kartenkonfiguration spielen Sie einfach eine *.wav-Sound-Datei ab. (Verwenden Sie `locate`, um eine .wav-Datei auf Ihrem Rechner zu finden.)

Welches Kommando Sie zum Abspielen der Sound-Datei verwenden müssen, hängt davon ab, welchen Desktop Sie verwenden (wenn Sie keinen Desktop verwenden, hängt es davon ab, welches Sound-System Sie einsetzen):

```
KDE: artsplay
Gnome: esdplay
OSS: play
ALSA: aplay
```

```
user$ artsplay file.wav
```

23.2 Sound-Kernel-Module

Die Ansteuerung der Sound-Karte unter Linux erfolgt durch Kernel-Module. Aber wie so oft unter Linux gibt es hierfür nicht eine Lösung, sondern gleich mehrere:

- **OSS/Free alias OSS/Lite:** OSS/Free ist das zurzeit einzige Sound-System, das direkt in den Standard-Kernel-Code integriert ist. OSS/Free steht daher bei jeder aktuellen Linux-Distribution zur Verfügung und ist frei (*open source*). Die Abkürzung OSS steht übrigens für *Open Sound System*.

<http://www.linux.org.uk/OSS/>

- **OSS/Linux:** Das ist die kommerzielle Variante zu OSS/Free. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass es Support gibt und einige zusätzliche Sound-Karten bzw. besondere Eigenschaften von Sound-Karten unterstützt werden.

<http://www.opensound.com/>

- **ALSA:** ALSA steht für *Advanced Linux Sound Architecture* und soll in Zukunft ebenfalls in den offiziellen Kernel-Code integriert werden und längerfristig OSS/Free ablösen. ALSA ist weitestgehend mit OSS/Free kompatibel, bietet aber zusätzlich eine eigene API für Programmierer und einige weitergehende Funktionen. ALSA wird zurzeit allerdings erst mit relativ wenigen Distributionen mitgeliefert (z. B. mit SuSE). ALSA wird möglicherweise ab Kernel-Version 2.5 in den offiziellen Kernel-Code integriert.

<http://www.alsa-project.org/>

- **Herstellerspezifische Treiber:** Neben diesen Komplettpaketen, in denen versucht wird, möglichst viele Sound-Karten abzudecken, gibt es vereinzelt auch herstellerspezifische Treiber. Das Problem dieser Treiber besteht darin, dass sie oft nur in binärer Form vorliegen und damit an eine ganz bestimmte Kernel-Version gebunden sind.

Allen Systemen ist gemeinsam, dass die Funktionen in Form von Kernel-Modulen realisiert sind. Damit Linux Ihre Sound-Karte ansprechen kann, müssen die entsprechenden Module geladen werden. Damit das automatisch klappt, sobald die Sound-Funktionen genutzt werden sollen, muss `/etc/modules.conf` richtig eingestellt werden. (Hintergrundinformationen zur Bedeutung von `modules.conf` finden Sie auf Seite 377.)

Die beiden folgenden Abschnitte geben einige Tipps zur Konfiguration von `modules.conf`. Diese Informationen sind nur dann relevant, wenn die Sound-Kartenkonfiguration mit den Programmen Ihrer Distribution nicht gelingt.

OSS/Lite-Konfiguration

Dieser Abschnitt setzt voraus, dass die Sound-Funktionen als Kernel-Module zur Verfügung stehen: `/lib/modules/n/kernel/drivers/sound/*.o`

Bei einer PCI-Sound-Karte besteht die einzige Konfigurationsmaßnahme darin, die richtige `alias`-Anweisung in `/etc/modules.conf` einzutragen. Die folgenden Zeilen zeigen, wie dies bei einer Red-Hat-Distribution aussieht (für eine Soundblaster-PCI-128-Karte). Mit der `pre-remove`-Anweisung wird die aktuelle Lautstärkeeinstellung beim Deaktivieren des Moduls gespeichert. `post-install` kümmert sich darum, dass die Einstellungen bei der neuerlichen Verwendung des Moduls wieder hergestellt werden. (Beide Anweisungen werden in einer Zeile angegeben und sind hier nur aus Platzgründen mit `\` auf zwei Zeilen verteilt.)

```
# in /etc/modules.conf, Red Hat
alias sound-slot-0 es1371
post-install sound-slot-0 /bin/aumix-minimal -f \
    /etc/.aumixrc -L >/dev/null 2>&1 || :
pre-remove sound-slot-0 /bin/aumix-minimal -f \
    /etc/.aumixrc -S >/dev/null 2>&1 || :
```

Wie erkennen Sie nun Ihre Sound-Karte und woher wissen Sie, welches Modul erforderlich ist? Die erste Frage beantwortet (zumindest bei PCI-Karten) zumeist `lspci` oder `cat /proc/pci`:

```
root# lspci
...
00:0c.0 Multimedia audio controller: Ensoniq ES1371 [AudioPCI-97]
```

Die zweite Frage ist schwieriger zu beantworten. Eine zentrale Referenz, die die Bezeichnungen von Sound-Karten den Modulnamen zuordnet, scheint es nicht zu geben. Hilfreich ist in vielen Fällen die Hardware-Datenbank von Red Hat:

<http://www.redhat.com/support/hardware>

Noch ausführlichere Informationen finden Sie in der Kernel-Dokumentation:

`/usr/src/linux/Documentation/sound`

Bei älteren Plug&Play-ISA-Sound-Karten treten oft Probleme auf. Die prinzipielle Vorgehensweise sieht folgendermaßen aus: Sie führen das Programm `pnpdump` aus und leiten die Ausgabe in eine Datei. Die Ergebnisse von `pnpdump` werden dann zur Erstellung von `/etc/isapnp.conf` verwendet. Dazu kommentieren Sie jene Zeilen aus, die Ihrer Hardware entsprechen (d. h. Sie entfernen das #-Zeichen). Schließlich stellen Sie sicher, dass `isapnp` beim Systemstart ausgeführt wird. (Bei den meisten Distributionen ist das automatisch der Fall, sobald `/etc/isapnp` existiert. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in den Manualseiten von `pnpdump`, `isapnp` und `isapnp.conf` sowie im Plug&Play-HOWTO.

ALSA-Konfiguration

ALSA basiert wie OSS auf Kernel-Modulen. Ob auf Ihrem Rechner ALSA-Module installiert sind, erfahren Sie durch einen Blick in `/lib/modules/n/misc` oder `.../alsa`: Dort befindliche `snd*.o`-Dateien sind ALSA-Module.

Wenn Ihre Distribution keine ALSA-Module mitliefert, müssen Sie diese in der Regel selbst kompilieren. Damit ALSA verwendet werden kann, dürfen keine OSS-Treiber für spezifische Sound-Karten in den Kernel integriert sein (sonst gibt es Konflikte mit den ALSA-Treibern). Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, muss der ganze Kernel neu kompiliert werden.

ALSA verwendet übrigens keine Device-Dateien in `/dev`, sondern in `/proc/asound`. Diese Device-Dateien werden bei der Installation von ALSA angelegt (durch das Script `snddevices`). `/dev/snd` ist ein Link auf `/proc/asound/dev`.

Zur Konfiguration von ALSA verwenden Sie entweder das von Ihrer Distribution mitgelieferte Konfigurationsprogramm oder das zu ALSA gehörende Programm `alsaconf`. Anschließend können Sie die Lautstärke mit `alsamixer` oder `amixer` einstellen und eine WAV-Datei mit `aplay` abspielen. `alsactl` ermöglicht eine weitergehende Steuerung diverser Spezialfunktionen von Sound-Karten.

Die folgenden Zeilen zeigen als Beispiel die Einstellungen in `/etc/modules.conf` (wieder für eine SoundBlaster-PCI-128-Karte). Nur die ersten vier Zeilen betreffen die eigentliche ALSA-Konfiguration. Die restlichen Einstellungen sorgen dafür, dass Programme, die OSS-Funktionen nutzen, auch weiterhin funktionieren.

```
# in /etc/modules.conf, mit SuSE YaST2
# ALSA native support
alias char-major-116 snd
options snd snd_cards_limit=1 snd_major=116
alias snd-card-0 snd-card-ens1371
options snd-card-ens1371 snd_id=card1 snd_index=0
```

```
# OSS/Free emulation
alias sound-slot-0 snd-card-0
alias sound-service-0-0 snd-mixer-oss
alias sound-service-0-1 snd-seq-oss
alias sound-service-0-3 snd-pcm-oss
alias sound-service-0-8 snd-seq-oss
alias sound-service-0-11 snd-mixer-oss
alias sound-service-0-12 snd-pcm-oss
```

Normalerweise kümmert sich ein Init-V-Script darum, dass die ALSA-Module beim Systemstart automatisch geladen werden (bei SuSE: `/etc/init.d/alsasound`).

VERWEIS

Mit dem `alsa`-Paket wird eine umfassende Dokumentation mitgeliefert (siehe `rpm -qd alsa`). Weitere Informationen finden Sie auf der ALSA-Homepage:

<http://www.alsa-project.org/>

23.3 KDE- und Gnome-Sound-System

Wenn Sie unter KDE oder Gnome arbeiten, steht zwischen den Kernel-Sound-Modulen und den einzelnen Anwendungen eine zusätzliche Bibliothek, die unter anderem die folgenden Aufgaben erfüllen soll:

- Die Programmierung von KDE- bzw. Gnome-Anwendungen soll so einfach wie möglich sein.
- Alle Programme sollen gleichzeitig Zugriff auf das Audio-System bekommen, ohne sich gegenseitig zu blockieren. Dazu müssen die Audio-Signale aller Programme zu einem einzigen Signal vereint (überlagert) werden. Beispielsweise ist es praktisch, wenn beim Eingang einer neuen E-Mail auch dann eine Melodie abgespielt werden kann, wenn Sie gerade eine MP3-Datei anhören.
- Das Sound-System soll netzwerktauglich sein. Wenn das funktioniert, können Sie sich auf einem Rechner im lokalen Netzwerk einloggen und dort ein Audio-Programm starten. Tatsächlich hören Sie die Klänge aber auf Ihrem lokalen Rechner.
- Das resultierende Gesamtsignal soll aufgezeichnet werden können (recording-Funktion).

Bei KDE übernimmt ab Version 2 das Sound-System `aRts` diese Aufgaben. Das äquivalente Gnome-System hat den Namen `Esound`.

Natürlich ist diese Vorgehensweise nicht ganz unproblematisch: Was geschieht, wenn ein Programm, das weder der KDE- noch der Gnome-Welt angehört, direkt das Sound-System des Kernels anspricht? Was passiert, wenn ein Gnome-Audio-Programm unter KDE ausgeführt werden soll (oder umgekehrt)? Die vielen Kombinationsmöglichkeiten aus zwei Kernel-Systemen (OSS, ALSA), zusätzlichen herstellerspezifischen Treibern und zwei verschiedenen Sound-Servern (KDE, Gnome) führen leider manchmal dazu, dass der Lautsprecher trotz richtig konfigurierter Sound-Karte still bleibt.

Sowohl bei KDE als auch bei Gnome können Sie den automatischen Start des Sound-Servers unterbinden. Wie weit KDE- bzw. Gnome-Programme nun noch in der Lage sind, die Sound-Karte anzusprechen, hängt vom jeweiligen Programm ab.

Wenn Sie Probleme mit Ihrer Sound-Karte haben (insbesondere wenn der Klang schlechter ist als erwartet), kann das Abschalten des Sound-Servers eine Verbesserung darstellen. Zwar ist es nun meist unmöglich, dass mehrere Audio-Programme gleichzeitig laufen, aber dafür erzielen Sie vielleicht gerade mit Ihrem Lieblings-MP3-Player einen besseren Klang.

KDE-Sound-System (aRts)

aRts: aRts steht für *analog real-time synthesizer*. aRts besteht aus einer Reihe von Modulen, mit denen Audio-Daten erzeugt, gefiltert, vereint etc. werden. KDE-Programme sprechen aRts über den Dämon `artsd` an, der zusammen mit KDE gestartet wird. Programme, die nicht aRts-kompatibel sind, sondern direkt auf die Devices der Kernel-Sound-Module zugreifen, werden automatisch via `artsdsp` umgeleitet. Damit sollten sich auch diese Programme nahtlos in das KDE-System einfügen. (Tatsächlich funktioniert das allerdings leider nicht immer.)

Ausführliche Informationen zu aRts finden Sie unter:

<http://www.arts-project.org/>

Konfiguration: aRts ist per Default aktiviert (d. h., dass das Programm `artsd` zusammen mit KDE gestartet wird). Wenn Sie das nicht möchten oder wenn Sie einzelne `artsd`-Parameter konfigurieren möchten (das ist selten erforderlich), starten Sie das KDE-Kontrollzentrum und öffnen den Dialog KLÄNGE|SOUNDSERVER. (Weitere Einstellungsmöglichkeiten bietet das KDE-Programm `artscontrol`.)

In den anderen KLÄNGE-Dialogen können Sie beispielsweise einstellen, ob der Signalton (Beep) via aRts an die Sound-Karte gesendet werden soll (oder ob der Ton direkt aus dem Lautsprecher Ihres Computers ertönen soll). Ob und mit welchen Melodien diverse KDE-Aktionen begleitet werden sollen, können Sie im Dialog ERSCHEINUNGSBILD|SYSTEMNACHRICHTEN einstellen. (Die Einstellung muss individuell für jedes Ereignis durchgeführt werden. Es gibt keine Möglichkeit, hier Töne global abzustellen.)

Zur Lautstärkeregulierung verwenden Sie das bereits erwähnte Programm `kmix` (KDE-Menükommando MULTIMEDIA|SOUND MIXER).

Anwendung: Es gibt zahllose KDE-Audio-Programme. MP3- und viele andere Audio-Programme können seit Version 2.1 mit `noatun` abgespielt werden. (Bei KDE 2.0 kam das Programm `kaiman` zum Einsatz.) CDs können mit `kscd` angehört werden. Daneben gibt es sicher ein Dutzend weitere Audio-Programme, von denen aber nicht alle per Default installiert werden.

Gnome-Sound-System (Esound)

Esound: Esound steht für *Enlightened Sound Daemon*. Esound-kompatible Programme senden Audio-Daten an den Dämon `esd`, der zusammen mit Gnome gestartet wird. Programme, die nicht Esound-kompatibel sind, sondern direkt auf die Devices der Kernel-Sound-Module zugreifen, werden automatisch via `edsdsp` umgeleitet. (Tatsächlich funktioniert das allerdings leider nicht immer.)

VERWEIS

Weitere Informationen zu Esound finden Sie unter:

<http://www.tux.org/~ricdude/Esound.html>

<http://www.tux.org/~ricdude/dbdocs/book1.html>

Konfiguration: Im Gnome-Kontrollzentrum (Dialog `MULTIMEDIA|SOUND`) können Sie einstellen, ob `esd` zusammen mit Gnome gestartet werden soll (diese Einstellung gilt erst beim nächsten Gnome-Start!) und ob und wie Gnome-Ereignisse (z. B. Login, Logout etc.) von Geräuschen begleitet werden sollen. Im Dialog `SAWFISH|SOUND` können Sie darüber hinaus auch Ereignisse des Window Managers akustisch untermalen. Zur Lautstärkeregulierung verwenden Sie das bereits erwähnte Programm `gmix`.

Anwendung: Es gibt zahllose Gnome-Audio-Programme, z. B. `gtcd` (ein CD-Player), `grip` (noch ein CD-Player), `gqmpeg` (ein MP3-Player) etc.

23.4 Audio-CD-Player

Die Aufgabe eines CD-Players ist ziemlich trivial: Das Programm soll das Inhaltsverzeichnis einer Audio-CD einlesen und die Audio-Tracks dann abspielen. Das Programm überlässt dabei dem CD-Laufwerk praktisch die gesamte Arbeit (also das Auslesen der Daten, die Fehlerkorrektur, die Umwandlung in analoge Signale). Der CD-Player erfüllt also nur Steuerungsaufgaben (und führt nicht wie bei einem MP3-Player auch eine Decodierung durch). Wie bei einem 'richtigen' CD-Player bieten auch deren virtuelle Gegenstücke Buttons zur Navigation innerhalb eines Tracks bzw. zum Vor- und Zurückspringen.

HINWEIS

Vergessen Sie nicht die folgenden Details: Damit Sie die abgespielte Musik tatsächlich hören, muss das CD-Laufwerk mit einem Kabel mit der Sound-Karte Ihres Rechners verbunden sein. Außerdem muss die Sound-Karte korrekt konfiguriert sein (siehe Seite 982). Weder die Lautstärke des Gesamtsignals (Master) noch die des CD-Kanals dürfen auf 0 stehen. Außerdem muss die Sound-Karte mit Boxen oder mit Ihrer Stereo-Anlage verbunden sein.

Grundsätzlich können Sie Audio-CDs auch dann abspielen, wenn Sie keine Sound-Karte besitzen. Die meisten CD-Laufwerke besitzen dazu vorne eine Kopfhörerbuchse, an die Sie einen Kopfhörer anschließen können. An diese Buchse können Sie auch die für PCs üblichen Aktiv-Boxen anschließen (wie an eine Sound-Karte).

Im Gegensatz zu Daten-CDs werden Audio-CDs nicht in das Dateisystem eingebunden. Der Zugriff auf die CD erfolgt normalerweise direkt über das Device. Die meisten CD-Player gehen davon aus, dass `/dev/cdrom` auf das richtige Device zeigt, beispielsweise auf `/dev/hdc`.

Die Bedienung der diversen Player ist so einfach, dass hier keine weitere Beschreibung erforderlich ist. Die folgende Liste nennt einige Player (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- `cdplayer`, `tcd` und `workbone`: können im Textmodus verwendet werden
- `xcdplayer`: einfache X-Variante
- `kscd`: KDE-Variante
- `gtcd`, `gcd`: Gnome-Varianten
- `grip`: noch ein Gnome-Player, der aber außerdem Audio-Tracks digital einlesen und diese in MP3-Dateien umwandeln kann (siehe Seite 1002)
- `xsadp`: noch ein Player für X, mit Graphics Equalizer

CDDb und freedb

Eine Besonderheit vieler CD-Player besteht darin, dass sie (sofern eine Internet-Verbindung besteht), Kontakt mit einem CDDb-Server aufnehmen. Auf diesem Server befindet sich eine riesige Datenbank, die zu allen dort registrierten CDs den Titel, die Gruppe bzw. die Interpreten sowie das Inhaltsverzeichnis in Textform speichert. Wenn Ihre CD bei CDDb bekannt ist, zeigt der CD-Player also nicht mehr einfach die Track-Nummer an, sondern vielleicht 'Led Zeppelin: Dazed and Confused'. (Die Erkennung der CD basiert auf einem ID-Wert, der sich aus den Längen der Tracks der CD errechnet.)

Lange Zeit war `www.cdcd.org` der einzige derartige CDDb-Server. Hinter dieser Adresse stehen die Entwickler der CD-Titel-Datenbank – aber hinter dieser Adresse steht auch die Firma Gracenote, die mit diesen Daten Geld verdienen möchte. In letzter Zeit ist es zu einem Streit über Lizenzen gekommen, die Entwickler von CD-Playern zahlen müssen, wenn sie auf `www.cdcd.org` zugreifen möchten. Das Ergebnis dieses Lizenzstreits ist noch offen, es hat sich aber mittlerweile mit `www.freedb.org` eine Open-Source-Variante von `www.cdcd.org` entwickelt. Beinahe alle aktuellen Versionen von CD-Playern verwenden mittlerweile `www.freedb.org`. Ältere Programme müssen Sie gegebenenfalls selbst konfigurieren.

Damit CDDb funktioniert, müssen Sie im Konfigurationsdialog des CD-Players CDDb aktivieren (wenn dies nicht schon per Default der Fall ist) und die Adresse für die Datenbankabfragen eintragen:

Adresse: `freedb.freedb.org`

IP-Port: 888 oder 8880

`freedb.freedb.org` leitet die Anfragen automatisch an einen von mehreren Mirror-Servern weiter. Sie können aber statt `freedb.freedb.org` selbst die Adresse eines in Ihrer Nähe befindlichen `freedb`-Servers angeben, wodurch die Anfragen unter

Umständen ein wenig schneller beantwortet werden. Eine Liste aller freedb-Server finden Sie bei www.freedb.org.

Falls die IP-Ports 888 und 8880 durch eine Firewall blockiert sind, können Sie freedb.org auch über HTTP ansprechen (also über das Protokoll zur Übertragung von Webseiten). In diesem Fall sind folgende Angaben erforderlich:

Adresse: freedb.freedb.org

IP-Port: 80

CGI-Script: `~cddb/cddb.cgi`

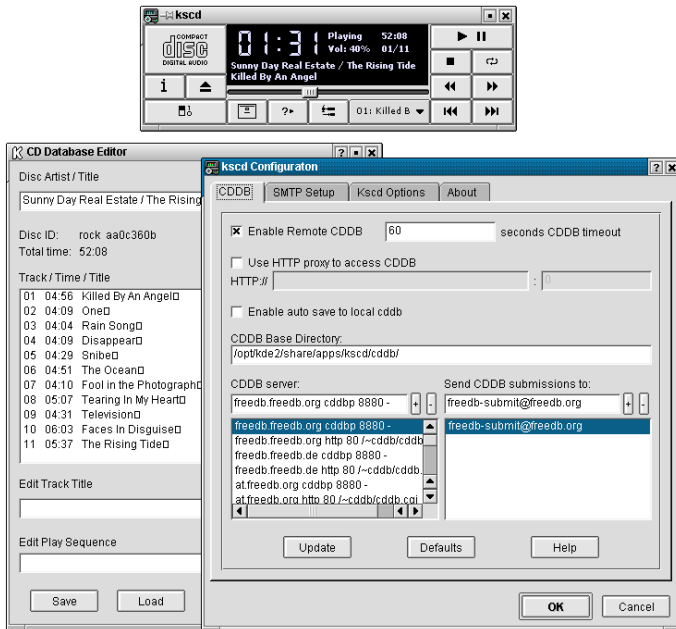


Abbildung 23.2: KSCD – Ein CD-Player mit CDDb-Unterstützung

23.5 MP3-Tools

MP3-Format: MP3 steht für *MPEG-1, audio layer 3*, wobei MPEG wiederum eine Abkürzung für *Moving Pictures Experts Group* ist. MP3 ist ein verhältnismäßig neues Format, mit dem Audio-Daten stark komprimiert werden können, ohne dabei allzu große Verluste in der Musikqualität zu verursachen. MP3 ist das zurzeit wahrscheinlich wichtigste Format zur Übertragung von Audio-Daten im Internet. MP3 ist aber auch ein ideales Format, um Musik am Computer zu archivieren und abzuspielen (Jukebox-Systeme).

MP3 ist bei weitem nicht das einzige Audio-Format! Zwei andere, weit verbreitete Formate sind WAV und AU. (Derart codierte Dateien sind allerdings viel größer als MP3-

Dateien.) Daneben gibt es eine ganze Reihe kommerzieller Formate, zu denen es keine Open-Source-Player gibt. Wenn Sie auf kommerzielle Formate stoßen, können Sie in vielen Fällen den RealPlayer zum Abspielen verwenden (siehe Seite 1000).

M3U-Format: Ein gemeinsames Merkmal der meisten MP3-Player besteht darin, dass sie Listen von MP3-Dateien verwalten können. Die Titel können der Reihe nach oder in zufälliger Reihenfolge abgespielt werden. Der Quasi-Standard zur Speicherung solcher Listen ist das M3U-Format (* .m3u). Das Format solcher Dateien ist denkbar einfach: In jeder Zeile wird einfach ein Dateiname (oder eine Internet-Adresse) eines MP3-Titels gespeichert.

PL-Format: Einige MP3-Player unterstützen darüber hinaus auch das PL-Format (* .pl). Dabei handelt es sich ebenfalls um Listen von MP3-Dateien. Allerdings werden außer dem Dateinamen weitere Informationen zu jedem Stück gespeichert.

Encoder wandeln WAV-Dateien in MP3-Dateien um. Die Aufgabe des Encoders ist es, die Daten dabei einerseits möglichst stark zu komprimieren, andererseits aber für möglichst geringe Qualitätsverluste zu sorgen. Das ist ein sehr rechenintensiver und daher verhältnismäßig langsamer Vorgang.

Decoder sind für die umgekehrte Richtung zuständig, also für die Umwandlung der MP3-Daten in ein Format, das an Sound-Karten weitergegeben werden kann. Alle MP3-Player basieren auf Decodern. Decoder benötigen Sie aber auch, wenn Sie MP3-Dateien in WAV-Dateien umwandeln möchten (etwa um MP3-Dateien auf einer herkömmlichen Audio-CD zu speichern).

Streaming: Das Abspielen von MP3-Dateien, die sich auf der Festplatte oder auf einer CD-ROM befinden, bereitet mit den diversen MP3-Playern kaum Probleme. Erheblich schwieriger wird es, wenn Audio-Dateien direkt beim Surfen angehört werden sollen. Die zwei Hauptanwendungen dafür sind Internet-Radio sowie Hörproben. (Wenn Sie in www.mp3.com stöbern, wollen Sie ja nicht immer gleich die großen MP3-Dateien herunterladen. Oft reicht ein kurzes Hineinhören, um zu entscheiden, ob die Musik den Erwartungen entspricht oder nicht.)

Damit die Wiedergabe der Musik sofort nach dem Start der Übertragung beginnen kann (und nicht erst nach dem Ende der Übertragung), wird eine so genannte Streaming-Technik verwendet. Außerdem werden die Daten zumeist deutlich höher komprimiert, was sich zwar negativ auf die Tonqualität auswirkt, dafür aber selbst bei einer Internet-Verbindung via Modem oder ISDN-Karte eine Direktübertragung ermöglicht.

Mittlerweile haben sich mehrere unterschiedliche Streaming-Formate etabliert. Mit MP3-Streams kommen viele der unten aufgezählten MP3-Player zurecht (z. B. freeamp, GQmpeg und XMMS). Die meisten anderen Streaming-Formate sind allerdings kommerziell. Aufgrund diverser Copyright-Einschränkungen ist wohl auch in Zukunft nicht damit zu rechnen, dass diese Formate von Open-Source-Playern unterstützt werden. In den meisten Fällen stellt auch hier der RealPlayer eine Lösung dar (siehe Seite 1000).

Einen sehr guten Überblick über das Thema MP3 und die für Linux verfügbaren MP3-Programme finden Sie im MP3-HOWTO. Wenn Sie sich mehr für die Grundlagen von MP3 interessieren, finden Sie auf den folgenden Websites eine Menge Informationen:

<http://www.iis.fhg.de/amm/>
<http://www.mpeg.org/MPEG/mp3.html>

MP3-Player

Die Aufgabe eines MP3-Players besteht darin, die MP3-Daten in Audio-Signale zurückzuverwandeln (zu decodieren) und an die Sound-Karte weiterzugeben. Viele MP3-Player bieten darüber hinaus noch diverse Funktionen zur Verwaltung einer ganzen Sammlung von MP3-Dateien. Die folgende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere MP3-Player finden Sie im MP3-HOWTO.

Die Bedienung der hier aufgezählten Programme ist so einfach, dass eine ausführliche Beschreibung nur unnötig die Seiten füllen würde. Sehen Sie einfach nach, welches der Programme mit Ihrer Distribution mitgeliefert wird, und probieren Sie es aus.

- **DigitalDJ** ist eine Gnome-Benutzeroberfläche zum Verwalten und Abspielen von MP3-Dateien. Das Programm hat selbst keinen MP3-Player eingebaut, ist hierfür also auf externe Tools angewiesen. Dafür kann es MP3-Dateien in einer MySQL-Datenbank verwalten, die Stücke nach verschiedenen Kriterien suchen etc. Wie der Name schon andeutet: für (professionelle) DJs.
- **freeamp** zählt zu den besten MP3-Playern, die momentan verfügbar sind. **freeamp** kommt auf Anhieb sowohl mit * .m3u-Dateien als auch mit MP3-Streams zurecht (kann also mit dem Abspielen von MP3-Daten aus dem Internet beginnen, bevor alle Daten vollständig übertragen wurden). Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass das Programm mit der MYMUSIC-Funktion eine tolle Möglichkeit zur Verwaltung von MP3-Dateien bietet. (Im MYMUSIC-Fenster finden Sie übrigens auch die Playlist.) Seit der Betaversion 2.1 kommt **freeamp** auch mit Ogg-Vorbis-Dateien zurecht. Wenn Sie das Programm unter SuSE-Linux verwenden, müssen Sie unter Umständen die Sound-Ausgabe auf ALSA umstellen (OPTIONS|PLUGINS|AUDIO OUTPUT). Weitere Informationen und die aktuellste Version von **freeamp** finden Sie unter: <http://www.freeamp.org>
- Ein auffallendes Merkmal von **GQmpeg** ist seine optische Verwandlungsfähigkeit durch so genannte Skins. (Das sind Zusatzdateien, die das Aussehen der Benutzeroberfläche verändern.)
- **kjukebox** hilft bei der Verwaltung von MP3-Archiven und der Zusammenstellung längerer Musikprogramme. MP3-Listen werden in einem eigenen Format gespeichert (Dateikennung * .jbd), das Programm besitzt aber einen Import- und Export-Filter für * .m3u-Dateien. Eine Besonderheit des Programms besteht darin, dass eine Überblendung zwischen zwei Titeln möglich ist. (Dazu werden im Hintergrund zwei MP3-Player gestartet.)

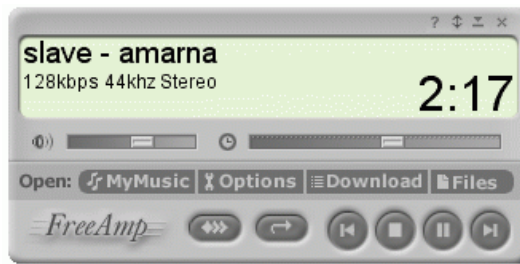


Abbildung 23.3: freeamp

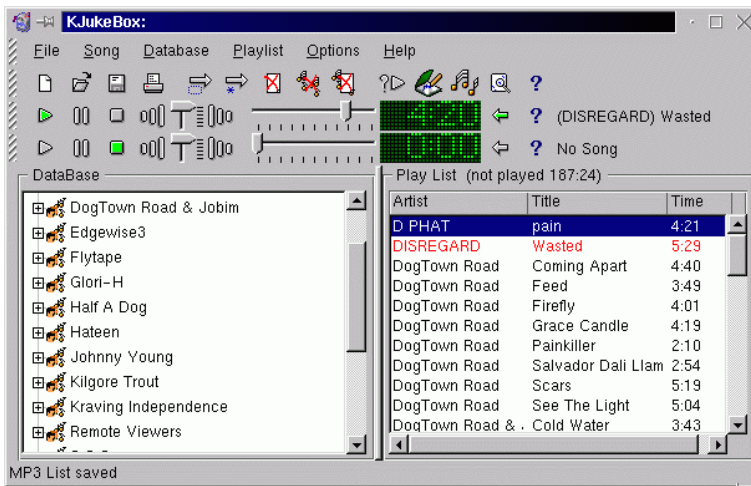


Abbildung 23.4: KJukeBox – ein MP3-Player im KDE-Look

- mp3blaster ist ein MP3-Player für den Textmodus. Damit kann das Programm auch als Kommando bzw. ohne X Window System verwendet werden.
- mpg123 ist ein weiterer, weit verbreiteter MP3-Player für den Textmodus. Mit dem Programm können Sie auch MP3-Dateien in WAV-Dateien umwandeln (`mpg123 -w out.wav in.mp3`). Allerdings kommt mpg123 mit einigen neueren MP3-Dateien nicht zurecht.
- noatun ist zurzeit (KDE 2.1) der Default-Audio-Player des KDE-Systems. Das Programm kommt nicht nur mit MP3-Dateien, sondern auch mit einer Reihe anderer Audio-Dateitypen zurecht. Die Bedienung des Programms (und insbesondere die Verwaltung der Liedliste) ist leider kein Beispiel für eine gelungene und intuitive Benutzeroberfläche. Darüber hinaus ist das Programm (noch) nicht in der Lage, mit *.m3u-Dateien aus dem Internet umzugehen (um etwa bei `mp3.com` Musikstücke anzuhören).
- Das Aussehen von xmms lässt sich durch verschiedene Oberflächen (Skins) verändern. Flexibel ist xmms aber auch bei seinen Funktionen, die sich durch Module erweitern lassen.

Das Aussehen von `xmms` in der Default-Skin ist denkbar augenfeindlich: Die Bedienungselemente sind mit einem winzigen blauen Font auf schwarzem Hintergrund beschriftet. Drücken Sie einfach **(Strg)+@**! Damit verdoppelt sich die Größe des `xmms`-Fensters. Die weitere Konfiguration erfolgt über das Kontextmenü (rechte Maustaste).

M3U-Dateien: Wie bereits erwähnt wurde, verwalten viele MP3-Player die Liste der MP3-Dateien in so genannten M3U-Dateien. Die meisten Player bieten eine Möglichkeit, ganze Verzeichnisbäume mit MP3-Dateien zu importieren und in M3U-Listen zu speichern. Manchmal kann es aber auch sinnvoll sein, die M3U-Dateien selbst zu erstellen. Das ist einfach, weil M3U-Dateien einfache Textdateien sind, die einfach die vollständigen Namen der MP3-Dateien enthalten.

Das folgende Kommando erstellt eine M3U-Datei für alle MP3-Dateien mit den folgenden Dateinamen: `/audio/gruppe/titel.mp3`

```
user$ ls /audio/*/*.mp3 > all.m3u
```

Noch allgemeingültiger ist die zweite Variante, die alle MP3-Dateien in `/mymusic` findet, ganz egal, in welchem Verzeichnis sich die Dateien befinden:

```
user$ find /audio -name '*.mp3' > all.m3u
```

ID3-Tags: Am Ende von MP3-Dateien sind üblicherweise Informationen über den Titel gespeichert (Name des Titels, Gruppe oder Interpreten etc.) Die meisten MP3-Player lesen diese Information aus und zeigen sie während der Wiedergabe an. Einige Player bieten auch die Möglichkeit, ID3-Tags zu verändern. Mit dem Kommando `mp3info` können Sie ID3-Tags manuell auslesen und verändern.

MP3-Webbrowser-Konfiguration

Wenn Sie mit einem Webbrowser eine MP3- oder M3U-Datei anklicken, soll im Regelfall Ihr Lieblings-MP3-Player gestartet werden. Stattdessen passiert aber manchmal gar nichts oder ein anderer MP3-Player erscheint etc. Schuld daran ist die MIME-Konfiguration für den jeweiligen Webbrowser (bzw. für das dahinter liegende Desktop-System). Grundlageninformationen zum Thema MIME finden Sie auf Seite 229. Dieser Abschnitt fügt noch einige Detailinformationen hinzu.

Konqueror: Die MIME-Einstellungen von Konqueror können über das KDE-Kontrollzentrum angegeben werden (Dialog DATEIEN|DATEIZUORDNUNGEN). Wenn Sie sich die vor-konfigurierten Audio-Dateitypen ansehen, werden Sie feststellen, dass es davon ziemlich viele gibt. Aber nur zwei sind wirklich relevant: `x-mp3` für `*.mp3`-Dateien und `x-mpegurl` für `*.m3u`-Dateien. Bei beiden Dateitypen ist der KDE-Media-Player `noatun` als Defaultprogramm eingestellt. Abbildung 23.5 zeigt die Konfiguration, damit `*.m3u`-Dateien stattdessen mit dem Programm `freeamp` geöffnet werden.

Beachten Sie, dass in der KDE-2.1-Defaultkonfiguration beim MIME-Typ `x-mpegurl` keine Dateikennungen eingetragen sind. Aus diesem Grund finden Sie diesen MIME-Typ nicht, wenn Sie nach dem Muster `m3u` suchen. (Sie finden nur den MIME-Typ `mpegurl`, der für X und damit auch für KDE uninteressant ist.) Fügen Sie daher beim MIME-Typ `x-mpegurl` die Dateikennungen hinzu.

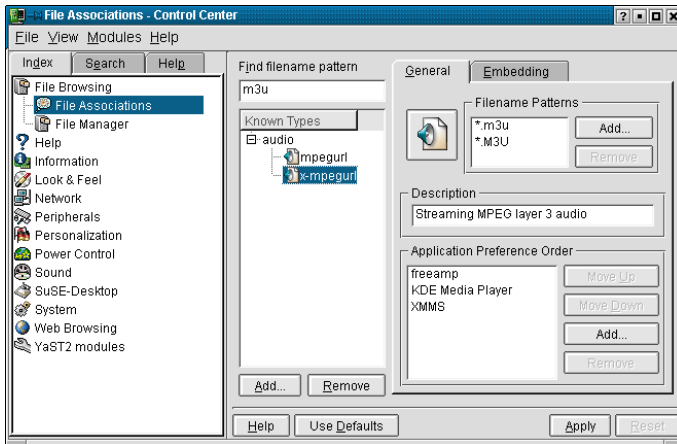


Abbildung 23.5: KDE-M3U-MIME-Einstellung

Netscape 4.n: Netscape 4.n ist hier insofern interessant, als es eines der wenigen Programme ist, das die Unix-Default-MIME-Dateien verwendet. Die folgenden Zeilen zeigen Ausschnitte aus den Dateien `.mime.types` und `.mailcap`, damit Netscape `freeamp` zum Abspielen von Audio-Dateien verwendet. (`freeamp` fragt beim ersten Start, ob es die Konfigurationsdateien entsprechend einstellen soll, das heißt, Sie müssen die Dateien nicht manuell ändern. `freeamp` kümmert sich allerdings nicht um die Gnome- oder KDE-MIME-Konfiguration.)

```
# ~/.mime.types oder /etc/mime.types
type=audio/mpeg                exts="mp3,mp2,mpa,abs,mpega"
type=audio/x-mpeg              exts="mp3,mp2,mpa,abs,mpega"
type=audio/x-mpegurl           exts="m3u"
type=audio/x-mp3
type=audio/mp3
type=audio/mpegurl
type=audio/scpls
type=application/x-freeamp-theme
```



```
# ~/.mailcap oder /etc/mailcap
application/x-freeamp-theme;freeamp %s
audio/mp3;freeamp %s
audio/mpeg;freeamp %s
audio/mpegurl;freeamp %s
audio/scpls;freeamp %s
audio/x-mp3;freeamp %s
audio/x-mpeg;freeamp %s
audio/x-mpegurl;freeamp %s
audio/x-scpls;freeamp %s
```

MP3-Encoder

Das Verfahren, MP3-Dateien zu erzeugen, ist patentiert. MP3-Encoder, die auf dem Code des von der Fraunhofer Gesellschaft entwickelten Encoders aufbauen, müssen daher lizenziert werden – selbst dann, wenn sie kostenlos weitergegeben werden sollen. Die für Linux verfügbaren freien Encoder basieren zwar nicht direkt auf dem Fraunhofer-Code, sondern auf einer ISO-Referenzimplementierung oder vollständig auf eigenem Code (spätere Versionen von LAME), das scheint die Lizenzprobleme aber nicht zu lösen. Um überhaupt noch kompilierte Encoder (und nicht nur den Quellcode) weitergeben zu können, werden MP3-Encoder mittlerweile fast nur noch von Websites in solchen Ländern zum Download angeboten, wo die MP3-Patente nicht gelten. (Wie nicht anders zu erwarten, gibt es bereits Bestrebungen, ein vollkommen neues Audio-Format zu entwickeln, das wirklich frei im Sinne der Open-Source-Bewegung ist.)

VERWEIS

Weitere Informationen zu Lizenz- und Patentfragen finden Sie unter:

<http://mp3licensing.com>

<http://www.mp3-tech.org/patents.html>

http://hive.me.gu.edu.au/not_lame/patent.html

Von den rechtlichen Problemen einmal abgesehen, unterscheiden sich Encoder durch die erzielte Musikqualität und ihre Geschwindigkeit. Die Qualität ist vor allem davon abhängig, welches akustische Modell verwendet wird. Die Geschwindigkeit hängt in erster Linie davon ab, wie gut der Code optimiert ist (unter Umständen sogar mit Assembler-Code, MMX-Unterstützung etc.).

Der Umgang mit den Encodern ist unkompliziert. Im Regelfall reicht das Kommando `kommando *.wav` aus, um alle `*.wav`-Dateien mit einer Bitrate von 128 kBit in MP3-Dateien umzuwandeln. Wenn Sie besondere Einstellungen wünschen, gibt es dafür (wie immer!) zahllose Optionen.

Freie Encoder

Aufgrund der Lizenz- und Patentprobleme gibt es kaum mehr Linux-Distributionen, die MP3-Encoder mitliefern. Dieser Abschnitt beschreibt einige frei im Internet verfügbare

Encoder. (Die Websites befinden sich in Ländern, in denen die MP3-Patente nicht gelten.) Wenn Sie die beschriebenen Programme anwenden, sollten Sie sich aber über die möglichen rechtlichen Probleme im Klaren sein. Insbesondere sollten Sie so erzeugte MP3-Dateien nicht öffentlich in das Internet stellen. Wenn Sie das vorhaben, sollten Sie entweder ein kommerzielles Programm einsetzen (siehe nächsten Abschnitt) oder auf das Ogg-Vorbis-Audioformat umstellen (siehe Seite 999).

bladeenc: bladeenc ist aus der ISO-Implementierung entstanden, die aber stark verbessert wurde. Als diese Zeilen geschrieben wurden, war bladeenc auf der unten angegebenen Homepage nur im Quellcode erhältlich (nicht als Binärdatei).

<http://bladeenc.mp3.no>

LAME, NotLame: Die Entwickler von LAME (*LAME Ain't an MP3 Encoder*) und dem davon abgeleiteten Programm NotLAME versuchten das Lizenzproblem anfänglich so zu umgehen, dass das Programm nur als Patch zur ISO-Implementierung angeboten wurde. Später wurde für LAME ein eigenes psychoakustisches Modell zur Encodierung entwickelt. LAME nutzt damit keinen Code der ISO-Implementierung mehr, was den rechtlichen Problemen aber leider kein Ende setzte. Auch wenn der Name das Gegenteil andeutet, codiert LAME einigermaßen schnell und qualitativ gut. (Die NotLAME-Website verspricht sogar eine bessere Codierung als andere Encoder – testen Sie selbst!) Download-Dateien finden Sie auf der NotLAME-Website.

<http://www.mp3dev.org/mp3/>
http://hive.me.gu.edu.au/not_lame/

TIP

Unter Red Hat 7.1 und 7.2 müssen Sie vor der Installation des `notlame-n`-Pakets das `ncurses4`-Paket installieren (Red-Hat-CD 2).

GOGO: GOGO ist aus einer nicht mehr aktuellen LAME-Version entstanden. Um eine noch höhere Codierungsgeschwindigkeit zu erzielen, wurden Teile des C-Codes durch Assembler-Code (mit MMX-Optimierung) ersetzt.

http://homepage1.nifty.com/herumi/gogo_e.html

Kommerzielle Encoder

Xing: Xing war eine der ersten Firmen, die kommerzielle MP3-Encoder zu vernünftigen Preisen anbot. Xing hat aber auch maßgeblich zur Weiterentwicklung von MP3 beigetragen, z. B. durch die Einführung einer variablen Bitrate (VBR) für die Codierung. Xing zählt zu den schnellsten MP3-Encodern (insbesondere bei der Verwendung einer VBR). Allerdings scheint es den Xing-Encoder mittlerweile nur noch für Windows zu geben (aber nicht mehr für Linux).

<http://www.xingtech.com/mp3/encoder/>

mp3enc: Der Vollständigkeit halber sollte auch mp3enc, der kommerzielle Encoder der Fraunhofer Gesellschaft erwähnt werden. Er verspricht die beste Musikqualität. Das spie-

gelt sich aber auch im Preis wider (\$ 200, als dieser Text geschrieben wurde). Die kostenlose Demoversion ist nur für 30-Sekunden-Samples geeignet und daher nutzlos.

<http://www.iis.fhg.de/amm/download/>

Andere Audio-Konverter

Neben den bereits beschriebenen Decodern und Encodern für das Audio-Format MP3 gibt es einige Programme, die speziell zur Umwandlung von Audio-Dateien von einem Format in ein anderes gedacht sind.

Die **Audio File Bibliothek** (SuSE-Paket `audiofile`) enthält das Kommando `sfconvert`, mit dem Audio-Dateien zwischen den Formaten `aiff`, `aifc`, `next` und `wave` konvertiert werden. `sfinfo` versucht zu ermitteln, in welchem Format eine bestimmte Datei vorliegt.

SoX steht für *sound exchange* und bietet mit dem Kommando `sox` eine weitere Möglichkeit, Audio-Dateien von einem Format in ein anderes umzuwandeln. `sox` kennt mehr Formate als `sfconvert`. Zu `sox` gibt es die X-Oberfläche `xsox` sowie die Gnome-Oberfläche `gsox`.

VERWEIS

In den beiden folgenden Abschnitten werden Programme zum Umgang mit weiteren Audio-Formaten vorgestellt: Ogg Vorbis ist eine Open-Source-Alternative zu MP3, die aus einem neuen Audio-Format und dem dazu gehörenden Encoder und Decoder besteht. Der RealAudio-Player ist dagegen ein kommerzielles Programm, das unter anderem mit dem RealAudio-Format (RAM) zurechtkommt.

23.6 Ogg Vorbis

Ogg Vorbis ist eine Open-Source-Alternative zum MP3-Format. Ogg Vorbis bringt einen neuen Audio-Datentyp (Dateikennung `.ogg`) samt der Software zum Encodieren und Decodieren mit sich. Ogg Vorbis ist als Reaktion auf die Patent- und Lizenzschwierigkeiten mit dem MP3-Format entwickelt worden. Detaillierte Informationen zu den Hintergründen, zum Status der Software, zu den verfügbaren Plugins für diverse Audio-Player etc. finden Sie unter:

<http://www.vorbis.com/>

<http://www.xiph.org/ogg/vorbis/>

Wie weit sich Ogg Vorbis durchsetzen kann, ist noch nicht abzusehen. Momentan werden Sie im Internet kaum OGG-Musikdateien finden – aber mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Ogg-Vorbis-kompatiblen Audio-Playern wird sich das möglicherweise rasch verändern.

Wenn Sie Ogg Vorbis ausprobieren möchten, verwenden Sie am einfachsten eine aktuelle Version von `freeamp`, die bereits einen Ogg-Vorbis-Decoder enthält. Bei `www.vorbis.com` finden Sie OGG-Testdateien, die Sie mit `freeamp` anhören können. Auch für `xmms` gibt es bereits ein Ogg-Vorbis-Plugin.

Für weitere Experimente können Sie den OGG-Player `ogg123` und den Encoder `oggenc` installieren. (Bei SUSE sind beide Programme im Paket `vorbis-tools` enthalten. Die jeweils aktuellste Version finden Sie bei `www.vorbis.com`.) Mehr Komfort als `ogg123` bietet das X-Programm `squelch`.

23.7 RealAudio-Player

Neben MP3 und OGG gibt es im kommerziellen Bereich zahlreiche weitere Audio-Formate. Besonders populär sind die diversen RealAudio-Formate (Audio, Streaming Audio, Video etc.). Zur Wiedergabe derartiger Dateien (üblicherweise mit den Kennung `*.ram`, `*.ra`, `*.rm`, `*.smi`) benötigen Sie den RealPlayer. Dabei handelt es sich um ein kommerzielles Programm, dessen einfachste Variante (RealPlayer Basic) kostenlos erhältlich ist. RealPlayer unterstützt neben den schon erwähnten eigenen Formaten auch eine ganze Reihe anderer Audio-Formate (via Plugins).

VERWEIS

Falls das Programm mit Ihrer Distribution nicht mitgeliefert wird, finden Sie es im Internet, zuletzt unter:

<http://www.real.com/products/player/linux.html>

Die Linux-Version des RealPlayers liegt im RPM-Format vor. Zur Installation führen Sie einfach `rpm -i name.rpm` durch. Ob die Installation prinzipiell erfolgreich war, können Sie durch einen direkten Start von `realplay` feststellen. Das Programm sollte nun eine kurze Melodie abspielen.



Abbildung 23.6: RealPlayer

Während der Installation versucht das Programm, die globalen MIME-Dateien `/etc/mailcap` und `/etc/mime.types` so zu verändern, dass RealPlayer automatisch

zum Abspielen von RealPlayer-Dateien verwendet wird. Darüber hinaus können mit `HELP|MIME TYPE INSTALL` die lokalen MIME-Dateien `.mailcap` und `.mimetypes` modifiziert werden, wobei die Veränderung wahlweise nicht nur für RealAudio-, sondern auch für MP3-Dateien durchgeführt werden kann. Allerdings gelten diese MIME-Einstellungen nur für Programme, die die Unix-MIME-Dateien auswerten.

Beachten Sie, dass das Programm keine MIME-Konfiguration für Gnome oder KDE durchführt – dafür sind Sie selbst verantwortlich. (Die Grundlagen der MIME-Konfiguration sind auf Seite 229 beschrieben.) Abbildung 23.7 zeigt die erforderlichen KDE-Einstellungen.

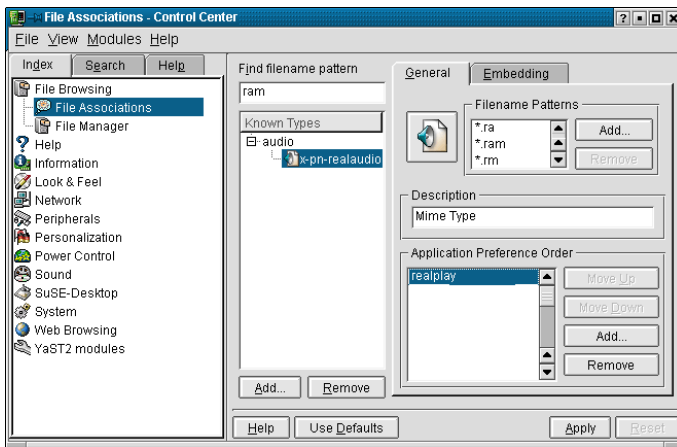


Abbildung 23.7: KDE-MIME-Konfiguration für den RealPlayer

23.8 CD-Tracks einlesen (Ripper)

Ripper oder **Grabber** lesen Musik-Tracks einer Audio-CD in digitaler Form. Das ist schwieriger, als es auf ersten Blick klingt. Die Audio-Tracks liegen zwar in digitaler Form vor, aber in einer anderen Form als bei einer Daten-CD mit einem richtigen Dateisystem. Wenn es beim Auslesen der Daten Probleme gibt, ist es für das CD-Laufwerk sehr schwierig, exakt die Stelle zu finden, an der das Auslesen fortgesetzt werden soll. Ebenso ist es beinahe unmöglich, Lesefehler – etwa durch verdreckte oder zerkratzte CDs – zu korrigieren. Sowohl die Auslesegeschwindigkeit als auch die Qualität der Audio-Dateien hängt stark von der Qualität des CD-Laufwerks ab, das Sie verwenden. Ripper liefern als Ergebnis üblicherweise WAV-Dateien. (WAV ist ein von Microsoft definiertes, einfaches, unkomprimiertes und weit verbreitetes Audio-Format.)

Zu den populärsten Linux-Rippern zählen `cdda2wav` und `cdparanoia`. (Eine Menge weiterer Programme sind im MP3-HOWTO aufgezählt.) `cdparanoia` hat den Ruf, besonders bei alten CD-ROM-Laufwerken, zerkratzten CDs und ähnlichen Problemen die

besseren Ergebnisse zu liefern. Beide Kommandos werden mit einer Unzahl von Parametern gesteuert (siehe die jeweiligen Manualseiten). Hier zwei Beispiele: Das erste Kommando liest Track 3 einer CD im ersten SCSI-CD-Laufwerk. Die resultierende Datei bekommt den Namen `audio.wav`:

```
root# cdda2wav -D /dev/scd0 -t 3
```

Das folgende Kommando liest Track 4 von einer CD im selben Laufwerk. Das Ergebnis ist die Datei `cdda.wav` im lokalen Verzeichnis:

```
root# cdparanoia -d /dev/scd0 "4"
```

Benutzeroberflächen

grip: Das Gnome-Programm `grip` vereint die Funktionen eines CD-Players mit CDDb-Unterstützung mit denen eines Rippers, Encoders und ID3-Editors unter einer ausgesprochen einfach zu bedienenden Oberfläche. Die einzulesenden Tracks werden mit der rechten Maustaste ausgewählt. Das Ripping kann wahlweise mit dem eingebauten Ripper (`cdparanoia`) oder einem externen Programm erfolgen.

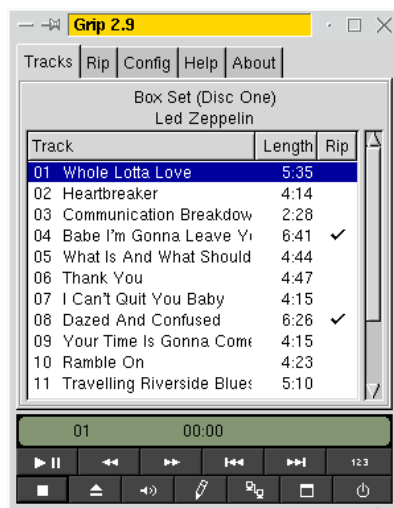


Abbildung 23.8: CD-Tracks mit `grip` in MP3-Dateien umwandeln

Ein MP3-Encoder ist hingegen nicht integriert, es muss also ein externes Programm installiert werden (z. B. `bladeenc`). Statt eines MP3-Encoders kann auch der Ogg-Vorbis-Encoder verwendet werden.

Sofern die CD in der CDDb-Datenbank registriert ist, gibt `grip` den erzeugten MP3-Dateien gleich die richtigen Dateinamen. Falls `mp3info` installiert ist, werden diese Informationen auch im ID3-Tag der MP3-Datei gespeichert. Die resultierenden MP3-Dateien werden per Default unter dem Namen `~/mp3/gruppenname/cdname/tracktitel.mp3` gespeichert. (Natürlich sind die Pfade konfigurierbar.)

krabber: Dieses KDE-Programm bietet im Wesentlichen dieselben Funktionen wie `grip`, ermöglicht aber darüber hinaus auch das Brennen von Audio-CDs. Für den vollen Funktionsumfang setzt `grabber` voraus, dass die folgenden Programme installiert sind: `cdparanoia` (Ripper), `sox` (Konverter), `mpg123` (Decoder), ein beliebiger MP3-Encoder sowie `cdrecord` (CD schreiben). Das Programm ist gut dokumentiert (Online-Hilfe).

TIPP

Drei weitere Benutzeroberflächen für den gesamten Prozess Ripping/CDDb-Anfrage/Encoding sind `ripperX` (Gnome), `keasy` (KDE) und `Mp3Maker.app` (WindowMaker-Oberfläche).

ripit: Auch das Perl-Script `ripit` vereinfacht das Einlesen von Audio-Tracks und deren Umwandlung in MP3-Dateien – wenn auch ohne Benutzeroberfläche. `ripit` setzt voraus, dass `cdparanoia` (Ripper), `bladeenc` (Encoder) und `xmcd` (für CDDb-Anfragen) installiert sind. Vor der ersten Verwendung müssen die Pfade zu den Zusatzprogrammen und zur CD-ROM-Device-Datei in die ersten Zeilen der Script-Datei eingetragen werden.

23.9 CD-ROMs schreiben

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie mit Linux eigene Daten- und Audio-CDs schreiben können. Vorweg ein Überblick über die wichtigsten Schritte:

- **Daten vorbereiten:** Bevor Sie eine CD-ROM schreiben können, müssen Sie die Daten vorbereiten. Bei Audio-CDs benötigen Sie dazu die WAV-Dateien mit den Audio-Tracks. Die WAV-Dateien können Sie mit einem CD-Grabber von einer Audio-CD lesen (siehe Seite 1001).

Bei Daten-CDs müssen Sie dagegen ein so genanntes ISO-Image mit den für das CD-ROM-Dateisystem aufbereiteten Daten erzeugen. Dazu wird in der Regel das Kommando `mkisofs` verwendet (siehe Seite 1004).

- **CD brennen:** Zum Schreiben der CD-ROM wird üblicherweise das Programm `cdrecord` eingesetzt (siehe Seite 1007). Dieses Programm unterstützt fast alle marktüblichen SCSI-Laufwerke.

CD-Brenner, die über eine IDE-, USB- oder Firewire-Schnittstelle angesprochen werden, können ebenfalls wie SCSI-Geräte angesprochen werden, allerdings müssen vorher einige Konfigurationsarbeiten erledigt werden (siehe Seite 1010).

Wenn Sie CDs im Disk-at-Once-Modus brennen möchten, steht als Alternative zu `cdrecord` das Programm `cdrdao` zur Verfügung (siehe Seite 1013). Das Programm bietet sich vor allem für die Erstellung von Audio-CDs an, um Unterbrechungen zwischen den Tracks zu vermeiden.

- **CD testen:** Daten-CDs können Sie anschließend testen. Dazu gibt es verschiedene Programme, mit denen entweder alle Datenblöcke bzw. alle Dateien gelesen werden oder mit denen der Inhalt der CD-ROM mit einem vorhandenen Dateisystem verglichen wird (siehe Seite 1006).

- **Benutzeroberflächen:** Sie brauchen sich nicht mit den kommandoorientierten Programmen `mkisofs` und `cdrecord` zu plagen, sondern können stattdessen eine der zahlreichen Benutzeroberflächen einsetzen (z. B. `xcdroast`, siehe Seite 1014).

In guter Unix-Manier beginnt dieser Abschnitt mit der Beschreibung der relativ komplizierten Kommandos (`mkisofs` und `cdrecord`). Selbst wenn Sie vorhaben, Ihre CDs mit komfortablen Programmen wie `xcdroast` zu brennen, lohnt sich die Lektüre der vorangehenden Abschnitte. Auf diese Weise lernen Sie nämlich die Interna des gesamten Prozesses kennen und verstehen, wie Ihre CD zustandekommt.

VERWEIS

Ausführliche Informationen zum Erstellen/Schreiben eigener CDs finden Sie im CD-Writing-HOWTO. Sehr detailliert ist außerdem die Dokumentation zum Programm `cdrecord`, wo viele Spezialthemen behandelt werden, die in diesem Abschnitt zu kurz kommen. Noch mehr Detailinformationen zu jedem erdenklichen Aspekt des Umgangs mit CD-Brennern unter Unix/Linux finden Sie unter:

<http://www.fokus.gmd.de/research/cc/glone/employees/joerg.schilling/private/cdrecord.html>

Eine exzellente Sammlung von Informationen rund um das Thema CD-R (nicht Linux-spezifisch) finden Sie schließlich hier:

<http://www.brennmeister.com>

ISO-Image für Daten-CDs erstellen und testen

Ein ISO-Image ist eine große Datei, die ein virtuelles Dateisystem gemäß den für CDs vorgeschriebenen Regeln enthält. Am einfachsten ist das Erstellen eines ISO-Image, wenn Sie eine Daten-CD (keine Audio-CD!) unverändert kopieren möchten. Ein einziges Kommando reicht aus, um die Daten von der CD in eine ISO-Datei zu übertragen:

```
root# dd if=/dev/cdrom of=/usr/local/iso.img bs=2048
```

```
mkisofs [optionen] -o isodatei verzeichnis
```

Der Regelfall ist allerdings, dass Sie die Daten für eine neue CD-ROM zuerst selbst in einem Verzeichnis zusammenstellen und anschließend daraus ein ISO-Image bilden. Eben diese Aufgabe erfüllt `mkisofs`: Mit dem Kommando erzeugen Sie eine Datei, die alle Dateien eines Verzeichnisses enthält und die gemäß der ISO-9660-Konventionen (optional mit Rockridge-Extension und/oder Joliet-Extension) formatiert wird.

`-nobak`

Auch Dateien, die mit `#` beginnen oder mit `~` enden, werden berücksichtigt. Normalerweise ist das nicht der Fall, weil es sich bei diesen Dateien zumeist um Backup-Dateien handelt.

-b *datei*

Die angegebene Datei wird als Bootimage gespeichert. Beim Rechnerstart wird diese Datei automatisch ausgeführt (sofern das BIOS entsprechend konfiguriert ist). Die Größe der Datei muss exakt dem entsprechen, was auf einer $3\frac{1}{2}$ - oder $5\frac{1}{4}$ -Zoll-Diskette Platz hat (1,2, 1,44 oder 2,88 MByte).

-c *name*

Gibt an, unter welchem Dateinamen der so genannte Bootkatalog auf der CD gespeichert werden soll. Der Katalog wird von `mkisofs` erzeugt. Sie müssen bei der Angabe des Namens lediglich darauf achten, dass es keinen Konflikt mit einer vorhandenen Datei gibt. (Der `man`-Text von `mkisofs` rät dazu, einen Namen wie `boot.catalog` zu verwenden.)

-D Der ISO-Standard erlaubt maximal acht Verzeichnisebenen. `mkisofs` hält sich normalerweise an diesen Standard und verändert gegebenenfalls die Verzeichnishierarchie (und die Namen der betroffenen Dateien). Die Option `-D` verhindert das, was aber auf manchen Systemen, die eine exakte Einhaltung des ISO-Standards verlangen, zu Problemen führt.

-f Symbolische Links werden verfolgt, d. h. der Inhalt der so angegebenen Dateien oder Unterverzeichnisse wird in das ISO-Image mit aufgenommen. (Ohne diese Option wird nur der Link an sich im ISO-Image gespeichert. Symbolische Links können allerdings nur auf CDs mit Rockridge-Extension abgebildet werden.)

-J Das ISO-Image nutzt die Joliet-Extension (Microsoft), um Informationen über lange Dateinamen zu speichern. Die Option kann auch in Kombination mit `-R` verwendet werden – dann ist das Ergebnis eine Hybrid-CD, bei der lange Dateinamen sowohl unter Unix als auch unter Windows sichtbar sind.

-o *datei*

Das ISO-Image wird in *datei* gespeichert.

-R Das ISO-Image nutzt die Rockridge-Extension (Unix), um Informationen über lange Dateinamen zu speichern. Die Option kann auch in Kombination mit `-J` verwendet werden – dann ist das Ergebnis eine Hybrid-CD.

-r Wie `-R`, es werden aber für alle Dateien UID und GID auf 0 gesetzt (entspricht `root`). Gleichzeitig werden alle R-Zugriffsbits gesetzt, außerdem alle X-Zugriffsbits, wenn in der ursprünglichen Datei zumindest ein X-Bit gesetzt war (siehe auch `chmod` auf Seite 925).

-T In jedes Verzeichnis wird die Datei `TRANS.TBL` geschrieben, die angibt, unter welchem kurzen ISO-9660-Namen Dateien mit langem Unix-Dateinamen zu finden sind. (Das ist notwendig, um die Zuordnung zu langen Dateien auch unter DOS/Windows zu ermöglichen.)

-V *name*

Diese Option gibt die Volume-ID an, also den Namen der CD-ROM (maximal 32 Zeichen), wie er beispielsweise unter Windows angezeigt wird.

Beispiel

```
root# mkisofs -o /data/iso.img -r -T -V Linux /master
```

Das obige Kommando schreibt alle Dateien innerhalb des `/master`-Verzeichnisses in die Datei `/data/iso.img`. Der Verzeichnis `master` ist selbst *kein* Verzeichnis im ISO-Image.

```
root# mkisofs -o /data/iso.img -r -T /master \  
> -b /images/boot.img -c boot.catalog
```

Wie oben, allerdings wird diesmal eine bootfähige CD erstellt.

Tip

Falls Sie die Option `-r` nicht verwenden, sollten Sie darauf achten, dass alle Dateien im `master`-Verzeichnis `root` gehören und von allen lesbar sind!

```
root# chown -R root.root /master  
root# chmod -R a+r /master
```

ISO-Image testen

Damit Sie das ISO-Image testen können, muss der Linux-Kernel mit einem so genannten *Loopback device* umgehen können. Damit ist es möglich, eine Datei als Dateisystem zu betrachten und mit `mount` in den Verzeichnisbaum einzubinden. Die Loopback-Funktion ist im Kernel-Modul `loop.o` versteckt, das bei allen gängigen Distributionen zur Verfügung steht. Falls das Modul nicht automatisch geladen wird, müssen Sie eventuell mit `modprobe` nachhelfen (siehe Seite 378).

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, können Sie die eben erzeugte Datei `iso.img` im Read-Only-Modus in das Dateisystem einbinden:

```
root# mkdir /iso-test  
root# mount -t iso9660 -o loop,ro /data/iso.img /iso-test/
```

Über das Verzeichnis `iso-test` können Sie jetzt den Inhalt der zukünftigen CD-ROM testen (Zugriffsrechte, `TRANS.TBL` etc.)

Hybrid-CDs für den Apple Macintosh

Hybrid-CDs enthalten zwar die eigentlichen Daten nur einmal, ermöglichen aber je nach Betriebssystem den Zugriff auf diese Daten durch unterschiedliche Dateisysteme. Mit `mkisofs` können Sie Hybrid-CDs erstellen, bei denen lange Dateinamen sowohl unter Unix (Rockridge-Extension) als auch unter Windows (Joliet-Extension) sichtbar sind.

`mkhybrid` geht noch einen Schritt weiter und unterstützt auch die zwei Spielarten, mit denen Informationen über lange Dateinamen auf CDs für Apple-Computer gespeichert werden: im HFS-Dateisystem oder mit der Apple-Extension zum ISO-9660-Standard. Damit ist es möglich, CD-ROMs mit langen Dateinamen zu erzeugen, die auf fast allen Betriebssystemen richtig erkannt werden.

mkhybrid ist eine Variante zu mkisofs. Viele Optionen sind identisch, es gibt aber einige Erweiterungen. Hier werden nur die Optionen angegeben, die das Dateisystem bzw. die ISO-Erweiterungen betreffen. Beachten Sie, dass Sie wahlweise `-apple` oder `-hfs` verwenden können, aber nicht beide gemeinsam. (Die Unterschiede zwischen diesen beiden Varianten sind in der Manualseite zu mkhybrid ausführlich beschrieben.)

`-apple`

Verwendet die Apple-Extension zu ISO-9660.

`-hfs`

Erzeugt eine Hybrid-CD mit HFS-Informationen (Apple).

`-J` Verwendet die Joliet-Extension zu ISO-9660 (Microsoft Windows).

`-R` Verwendet die Rockridge-Extension zu ISO-9660 (Unix).

CDs mit cdrecord schreiben

cdrecord überträgt ein ISO-Image (Daten-CDs) oder Audio-Dateien (für Audio-CDs) an das CD-R-Laufwerk. cdrecord ist prinzipiell multisession-fähig, d. h. die CD kann in mehreren Durchgängen erweitert werden. Beachten Sie, dass das Kommando Optionen mit und ohne vorangestellten Bindestrich kennt.

```
cdrecord [optionen] dev=channel,id,lun isoimage
cdrecord [optionen] dev=channel,id,lun audiofiles
```

`dev=c,id,l`

Diese Option gibt das CD-R-Laufwerk an. Dabei wird nicht, wie sonst unter Linux üblich, der Device-Name angegeben, sondern eine Kombination aus drei Nummern: der SCSI-Bus-Nummer (meistens 0), der SCSI-ID des Gerätes und schließlich der Logical Unit Number (kurz LUN, ebenfalls meist 0). Wie Sie diese Nummern ermitteln können, wird im Anschluss an die Optionen beschrieben.

`driver=name`

Diese Option gibt den Typ des CD-R-Laufwerks an. Die unterstützten Typen werden mit `cdrecord driver=help` angezeigt. Mit `cdrecord -checkdrive dev=n,n,n` kann versucht werden, den Typ des vorhandenen CD-R-Laufwerks zu erkennen.

`driveropts=burnproof`

Verwendet die von Sanyo eingeführte BURN-Proof-Technik. (Die Option kann nur bei CD-R-Laufwerken eingesetzt werden, die diese Technik zur Vermeidung von Buffer-Underrun-Fehlern unterstützen.)

`fs=n`

Diese Option gibt die Größe des FIFO-Zwischenspeichers an, der zur Pufferung der Datenübertragung zwischen Festplatte und CD dient. Vernünftige Werte liegen zwischen 2 und 8 MByte (also `fs=2m` oder `fs=8m`). Der Defaultwert beträgt 4 MByte.

`speed=n`

Diese Option gibt die Schreibgeschwindigkeit an.

`-audio`

Bei den angegebenen Dateinamen handelt es sich um Audio-Dateien (üblicherweise *.au- oder *.wav-Dateien).

`-dao`

Diese Option (*mit* vorangestelltem Bindestrich) aktiviert den Disk-at-Once-Modus. Das verhindert lästige Pausen zwischen den Tracks von Audio-CDs. Außerdem sind auf diese Weise hergestellte Daten-CDs als Master für die Massenproduktion geeignet.

Die Option funktioniert allerdings nur mit manchen Laufwerken. (Zum Schreiben von DAO-CDs können Sie statt `cdrecord` auch das Kommando `cdrdao` verwenden – siehe Seite 1013.)

`-dummy`

Der Schreibprozess wird nur simuliert. Ideal zum Testen!

`-eject`

Wirft die CD nach dem Schreibprozess aus. Manche CD-R-Laufwerke verlangen den Auswurf, bevor die nächste CD geschrieben werden kann, selbst wenn zuletzt nur mit `-dummy` simuliert wurde.

`-multi`

Diese Option muss bei allen Sessions einer Multi-Session-CD mit Ausnahme der letzten Session angegeben werden.

`-msinfo`

Liest vorhandene Session-Informationen von der CD. Die Option muss ab der zweiten Session angegeben werden.

`-pad`

Diese Option bewirkt in Kombination mit `-audio`, dass die Länge von Audio-Dateien auf ein Vielfaches von 2352 Byte ergänzt wird (wenn das nicht ohnedies der Fall ist).

`-scanbus`

Mit dieser Option sucht `cdrecord` nach CD-R-Laufwerken am SCSI-Bus.

`-swab`

Vertauscht die Byte-Reihenfolge der Daten. Verschiedene CD-Recorder erwarten eine unterschiedliche Reihenfolge der Bytes in Datenworten. `cdrecord` erkennt das selbstständig, sodass die Option im Regelfall nicht angegeben werden muss.

`-v` `cdrecord` gibt ausführliche Meldungen aus, was gerade geschieht.

SCSI-Device-Nummern: Die Device-Nummern Ihres CD-R-Laufwerks können Sie am einfachsten mit `cat /proc/scsi/scsi` ermitteln:

```
root# cat /proc/scsi/scsi
Attached devices:
Host: scsi0 Channel: 00 Id: 04 Lun: 00
  Vendor: TOSHIBA   Model: CD-ROM XM-3601TA  Rev: 0725
  Type:    CD-ROM                      ANSI SCSI revision: 02
Host: scsi0 Channel: 00 Id: 05 Lun: 00
  Vendor: TEAC      Model: CD-R50S-000      Rev: 1.0E
  Type:    CD-ROM                      ANSI SCSI revision: 02
Host: scsi0 Channel: 00 Id: 06 Lun: 00
  Vendor: HP        Model: HP35480A         Rev: T503
  Type:    Sequential-Access            ANSI SCSI revision: 02
```

Im obigen Beispiel wäre die korrekte Bezeichnung für das Teac-CD-R-Laufwerk `dev=0,5,0`.

Beispiele

Daten-CD: Mit den beiden folgenden Kommandos wird zuerst das Brennen einer Daten-CD simuliert (`-dummy`) und dann tatsächlich durchgeführt:

```
root# cdrecord -dummy -v speed=2 dev=0,5,0 iso.img
root# cdrecord -v speed=2 dev=0,5,0 iso.img
```

Theoretisch ist es möglich, `mkisofs` und `cdrecord` mit einer Pipe zu verbinden. Dadurch sparen Sie den Platz für das ISO-Image. Allerdings benötigen Sie dazu einen schnellen und stabilen Rechner.

```
root# mkisofs -r -T -V Linux_3_01 /master | \
> cdrecord -v speed=4 dev=0,5,0 -
```

Audio-CD: Das folgende Kommando erzeugt eine Audio-CD. Die Ausgangsdaten liegen als `track*.wav`-Dateien vor. Die Dateien werden in alphabetischer Reihenfolge verarbeitet. Wenn Sie eine andere Reihenfolge wünschen, müssen Sie die Dateien der Reihe nach angeben.

```
root# cdrecord -v speed=4 dev=0,5,0 -pad -audio track*.wav
```

CD-RW: `cdrecord` kann auch mit CD-RWs umgehen, also mit wiederbeschreibbaren CD-Medien. Allerdings werden CD-RWs momentan wie normale CD-Rs behandelt. `cdrecord blank=xy` kann dazu verwendet werden, die Daten auf einer derartigen CD-RW wieder zu löschen. `cdrecord` unterstützt zur Zeit allerdings kein *packet writing* im UDF-Dateisystem (was die Möglichkeit bieten würde, selektiv Daten zu ändern).

Wenn Sie eine Linux-Daten-CD erstellen möchten, aber `cdrecord` mit Ihrem CD-R-Laufwerk nicht zurechtkommt, können Sie auch Windows-Software zum Schreiben der CD-R verwenden. Erstellen Sie dazu das ISO-Image mit `mkisofs` und kopieren Sie es in eine Windows-Partition. Fast alle Programme zum Schreiben von CD-Rs unter Windows akzeptieren derartige ISO-Images als Datenquelle.

CD-R-Laufwerke am IDE-, USB- oder Firewire-Bus

Wie bereits erwähnt wurde, kommt `cdrecord` auf Anhieb nur mit SCSI-Laufwerken zurecht. Wenn Sie CD-R-Laufwerke am IDE-, USB- oder Firewire-Bus betreiben, müssen Sie `cdrecord` vortäuschen, dass es sich dabei ebenfalls um SCSI-Laufwerke handelt. (Das gelingt deswegen relativ einfach, weil die interne Logik der Laufwerke tatsächlich immer dieselbe ist.)

IDE-Laufwerke: Dazu muss das Modul zur ATAPI-SCSI-Emulation (`ide-scsi`) aktiv sein. Ob das bereits der Fall ist, stellen Sie mit `cat /proc/scsi/scsi` fest. Wenn Ihr CD-R-Laufwerk dort bereits enthalten ist, brauchen Sie nichts mehr zu tun. `cdrecord -scanbus` sollte das Laufwerk auf Anhieb erkennen. (Das ist unter anderem bei Mandrake Linux und bei Red Hat ab Version 7.2 der Fall. Die Installationsprogramme erkennen CD-R-Laufwerke selbstständig und fügen automatisch die unten beschriebene Option `ide-scsi` in die LILO- oder GRUB-Konfigurationsdatei ein.)

Wenn `/proc/scsi/scsi` Ihr CD-R-Laufwerk nicht enthält, müssen Sie als Erstes feststellen, welches IDE-Device mit Ihrem CD-R-Laufwerk verbunden ist. Führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# cat /proc/ide/hd?/model
IBM-DTTA-351010
IBM-DTTA-351680
Pioneer DVD-ROM ATAPIModel DVD-115 0111
PLEXTOR CD-R PX-W1210A
```

Damit ist klar, dass die beiden ersten Laufwerke (`/dev/hda` und `/dev/hdb`) Festplatten sind. Das dritte Laufwerk ist ein DVD-Laufwerk, das vierte (also `/dev/hdd`) ist das gesuchte CD-R-Laufwerk.

Nun ergänzen Sie in `/etc/lilo.conf` die Linux-Image-Gruppen jeweils um eine `append`-Zeile, in der das IDE-Device als SCSI-Gerät gekennzeichnet wird.

```
# in /etc/lilo.conf
...
image = /boot/vmlinuz
    label=linux
    append="hdd=ide-scsi"
...
```

TIPP

Wenn Sie mehrere CD-, CD-R- oder DVD-Laufwerke besitzen, können Sie alle derartigen Laufwerke (nicht nur das CD-R-Laufwerk) als SCSI-Geräte kennzeichnen – also etwa mit `append="hdc=ide-scsi hdd=ide-scsi"`. Der Vorteil besteht darin, dass viele CD-Benutzeroberflächen nun alle Laufwerke erkennen, was direkte CD-Kopien erleichtert.

Anschließend führen Sie `lilo` aus und starten dann Ihren Rechner neu. (Sie können sich die Veränderung der LILO-Konfiguration auch sparen, wenn Sie beim LILO-Start die Option `hdd=ide-scsi` eingeben. Das ist aber nur zum Testen praktisch, nicht als Dauerlösung.)

Als Nächstes werfen Sie einen Blick in die Datei `/etc/modules.conf`. Wenn Sie dort die Zeile `alias scsi_hostadapter off` finden, ersetzen Sie diese Zeile durch die folgende `alias`-Einstellung. (Wenn `scsi_hostadapter` den Treiber für eine bestimmte SCSI-Karte angibt, sollten Sie diese Einstellung unverändert lassen! In diesem Fall wird das SCSI-System auf jeden Fall gestartet, damit Ihre SCSI-Karte verwendet werden kann.)

```
# in /etc/modules.conf
alias scsi_hostadapter ide-scsi
...
```

Bei SuSE müssen Sie nun noch das Script `/etc/init.d/boot.local` ergänzen. Fügen Sie am Ende der Datei die folgende Zeile hinzu:

```
# /etc/init.d/boot.local
...
/sbin/modprobe ide-scsi
```

Nach dem Neustart vergewissern Sie sich mit dem folgenden Kommando, ob alles funktioniert hat:

```
cat /proc/scsi/scsi
Attached devices:
Host: scsi0 Channel: 00 Id: 00 Lun: 00
  Vendor: PLEXTOR   Model: CD-R    PX-W1210A Rev: 1.08
  Type:    CD-ROM                      ANSI SCSI revision: 02
```

Soweit es `cdrecord` betrifft, hat alles funktioniert. Das CD-R-Laufwerk kann nun mit `dev=0,0,0` angesprochen werden.

Allerdings wird es Ihnen nun nicht mehr gelingen, das Laufwerk als normales CD-Laufwerk anzusprechen. Der Grund besteht darin, dass Ihr Linux-System noch immer glaubt, das Laufwerk könnte als `/dev/hdd` (oder was immer der bisherige Device-Name Ihres Laufwerks war) angesprochen werden. Das ist aber nicht mehr der Fall, weil das Gerät als SCSI-Laufwerk betrachtet wird. Aus diesem Grund hat es nun den Namen `/dev/scd0` (oder `/dev/scdn`, wenn es mehrere CD-Laufwerke gibt).

Damit Ihr Linux-System das CD-Laufwerk wieder wie bisher verwenden kann, müssen Sie `/dev/cdrom` (das ist ein Link) mit dem richtigen CD-Device verbinden:

```
root# ln -sf /dev/scd0 /dev/cdrom
```

Bei SuSE wird das CD-R-Laufwerk über den Link `/dev/cdrecorder` angesprochen:

```
root# ln -sf /dev/scd0 /dev/cdrecorder
```

Falls das CD-ROM-Laufwerk in `/etc/fstab` nicht mit `/dev/cdrom`, sondern mit dem tatsächlichen Device-Namen angesprochen wird, müssen Sie auch `/etc/fstab` entsprechend ändern.

Weitere Informationen finden Sie in der `cdrecord`-Dokumentation (`README.ATAPI`). Tipps speziell für SuSE geben die folgenden Seiten:

<http://sdb.suse.de/de/sdb/html/tbrazadebrenner.html>
<http://seismo.ethz.ch/linux/xcdroast.html>

USB-Laufwerke: USB-CD-R-Geräte werden von Linux wie SCSI-Geräte behandelt. Dazu ist keinerlei besondere Konfiguration erforderlich. Sie müssen lediglich sicherstellen, dass alle relevanten Kernel-Module geladen werden, was unter Umständen nicht automatisch funktioniert. In solchen Fällen müssen Sie `modprobe` zu Hilfe nehmen. Folgende Module werden benötigt:

- `usb-uhci` oder `usb-ohci` für das USB-Grundsystem
- `usb-storage` für USB-SCSI-Geräte
- `scsi_mod` für das SCSI-System

Wenn einzelne Funktionen direkt in den Kernel integriert sind, was insbesondere bei `scsi_mod` häufig der Fall ist, müssen die entsprechenden Module natürlich nicht geladen werden.

Werfen Sie auch einen Blick in die Datei `/etc/modules.conf`. Wenn Sie dort die Zeile `alias scsi_hostadapter off` finden, ersetzen Sie diese Zeile durch die folgende `alias`-Einstellung:

```
# in /etc/modules.conf
alias scsi_hostadapter usb-storage
...
```

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, sollte das USB-CD-R-Laufwerk in `/proc/scsi/scsi` erscheinen. Es kann dann wie jedes andere SCSI-Laufwerk verwendet werden.

Die Verwaltung von Kernel-Modulen und der Umgang mit dem Kommando `modprobe` wird auf Seite 378 beschrieben. Weitere Informationen zum Umgang mit USB-Geräten finden Sie auf Seite 456.

Firewire-Laufwerke: Im Prinzip gelten die USB-Informationen auch für IEEE 1394 alias Firewire: Derartige Laufwerke werden ebenfalls als SCSI-Geräte betrachtet, wobei die Schnittstelle zwischen Firewire und SCSI durch das Modul `sbp2` oder `sbp2_1394` hergestellt wird (je nach Kernel-Version). `sbp2` steht für *Serial Bus Protocol 2* und beschreibt einen Standard für alle Firewire-Massenspeichergeräte.

Leider ist dieses Modul noch in der Entwicklung und wird daher nicht mit allen Distributionen mitgeliefert. Gegebenenfalls müssen Sie sich den aktuellen Kernel-Code und die neuesten Firewire-Patches besorgen und den Kernel dann selbst kompilieren. (Es ist zu erwarten, dass das in naher Zukunft nicht mehr erforderlich ist.)

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind und die Firewire-Kernel-Module geladen sind, kann das Laufwerk angeschlossen werden. Das Laufwerk erscheint unter Umständen

nicht selbstständig in `/proc/scsi/scsi` – in diesem Fall müssen Sie mit dem Script `rescan-scsi-bus.sh` nachhelfen. Dieses Script bewirkt, dass der Firewire-Bus nach neuen Geräten durchsucht wird. Falls das Script mit Ihrer Distribution nicht mitgeliefert wird, finden Sie es hier:

<http://www.garloff.de/kurt/linux/rescan-scsi-bus.sh>

Eigene Erfahrungen mit einem Firewire-CD-R-Laufwerk waren leider negativ. Es gelang einzig mit Red Hat 7.2 Beta 2, das Laufwerk überhaupt korrekt anzusprechen und eine CD zu lesen (siehe auch Seite 464). Aber auch bei dieser Distribution kam es bei jedem Versuch, eine CD zu brennen, zu einem Totalabsturz. (Kurz vorher lieferte `dmesg` eine Fehlermeldung eines PCI-Moduls.)

VERWEIS

Weitere Informationen zum Thema Firewire finden Sie auf Seite 462. Tipps speziell zur Verwendung von Firewire-CD-R-Geräten geben die Linux-Firewire-FAQs:

<http://linux1394.sourceforge.net/faq.html>

cdrdao

Disk at Once (kurz DAO) ist ein eigener Schreibmodus, der bewirkt, dass zwischen den einzelnen Tracks einer Audio-CD keine hörbaren Pausen auftreten. `cdrecord` sieht zwar die Option `-dao` vor, diese funktioniert allerdings nur bei ausgewählten CD-R-Laufwerken. In solchen Fällen stellt das Programm `cdrdao` eine Alternative dar. Das Programm setzt allerdings voraus, dass ein so genanntes TOC-File existiert (eine Art Inhaltsangabe für die CD, die angibt, welche Daten in welchem Format wie gespeichert werden). Ein derartiges TOC-File kann am einfachsten aus einer vorhandenen Audio-CD ermittelt werden (wenn diese kopiert werden soll).

In der Praxis besteht die gebräuchlichste Anwendung von `cdrdao` darin, Audio-CDs zu kopieren. Zwei CD-Laufwerke und einen schnellen Rechner vorausgesetzt, können Sie die Kopie sogar in einem einzigen Schritt durchführen:

```
root# cdrdao copy --source-device 0,4,0 --device 0,5,0 --buffers 64
```

VERWEIS

Weitere Informationen finden Sie in der Manualseite, in den sehr ausführlichen Dokumentationsdateien sowie auf der folgenden Website:

<http://cdrdao.sourceforge.net>

Daten-CDs testen

Insbesondere bei den ersten unter Linux erstellten Daten-CD-ROMs sollten Sie überprüfen, ob die CD-ROMs die erwünschten Daten enthalten und ob diese Daten auch lesbar sind. (Idealerweise sollten Sie diesen Test nicht mit dem CD-R-Laufwerk, sondern mit einem anderen CD-ROM-Laufwerk durchführen.)

Mit dem folgenden Kommando wird der Inhalt der CD-ROM mit dem des master-Verzeichnisses Datei für Datei und Byte für Byte verglichen. Sämtliche Unterschiede werden in die Datei `diff.log` in das Heimatverzeichnis geschrieben:

```
root# diff -qrd /data /cdrom/ >& ~/diff.log
```

In einem zweiten Fenster bzw. in einer zweiten Konsole können Sie das Entstehen von `diff.log` verfolgen:

```
root# tail -f ~/diff.log
```

Wenn Sie bei `mkisofs` die Option `-T` verwendet haben, dann unterscheiden sich die CD-ROM und die Originaldaten in jedem Verzeichnis durch die Datei `TRANS.TBL`. Die entsprechenden Warnungen können Sie mit `grep` aus `diff.log` herausfiltern:

```
root# grep -v TRANS.TBL ~/diff.log | less
```

Physikalische Integrität der CD testen: Wenn Sie einfach nur testen möchten, ob alle Datenblöcke der CD gelesen werden können (ganz egal, welchen Inhalt sie haben), führen Sie das folgende Kommando aus. Dabei müssen Sie statt `/dev/hdc` die Device-Datei des CD-ROM-Laufwerks angeben. Dieser Test ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn Sie eine CD bekommen haben, von der Sie vermuten, dass sie defekt ist (etwa eine Linux-Installations-CD).

```
root# dd if=/dev/hdc of=/dev/null
```

TIPP

Ältere Laufwerke haben manchmal Probleme beim Lesen von CD-Rs. Normale CDs können also problemlos gelesen werden, selbst gebrannte CDs dagegen nicht. Manchmal ist also nicht die CD, sondern das Laufwerk schuld.

Benutzeroberflächen zu `cdrecord` und `mkisofs`

Die unzähligen Optionen von `cdrecord` und `mkisofs` haben offensichtlich ganze Scharen von Programmierern motiviert, einfach zu bedienende Benutzeroberflächen zu gestalten. Die älteste und bekannteste ist vermutlich `xcdroast`, daneben gibt es aber ca. ein Dutzend weitere, von denen hier nur einige aufgezählt werden (geordnet nach Desktop-Systemen). Probieren Sie einfach die mit Ihrer Distribution mitgelieferten Programme aus!

Gnome: ECLiPt, GCombust, `gtoaster`, `Gcdmaster` (für `cdrdao`)

KDE: KEasyCD, Krabber (nur für Audio-CDs), KOnCD, `kreatecd`

X: `xcdroast`, CDR-Toaster

Die Bedienung der Programme ist im Vergleich zum direkten Aufruf von `cdrecord` und `mkisofs` relativ einfach – allerdings nur dann, wenn Sie die zahlreichen im Verlauf dieses Abschnitts erklärten Optionen in den Dialogen richtig interpretieren können. Auch die richtige Konfiguration von IDE-CD-Brennern muss manuell durchgeführt werden (siehe Seite 1010).

xcdroast

Eine Beschreibung aller verfügbaren Programme ist aus Platzgründen unmöglich (und wäre auch nicht sinnvoll, die Programme ähneln sich ohnedies sehr). Deswegen beschränkt sich der Rest dieses Abschnitts auf das wohl noch immer am meisten verbreitete Programm, nämlich `xcdroast`.

Die Beschreibung bezieht sich auf die im Juli 2001 vorgestellte Version 0.98alpha9. Obwohl diese Version offiziell als Alpha-Version gilt, läuft sie sehr stabil. Die jeweils aktuellste Version sowie viele weitere Informationen finden Sie unter:

<http://www.xcdroast.org>

Konfiguration: Im ersten Blatt des Konfigurationsdialogs zeigt das Programm alle gefundenen SCSI-CD-Laufwerke an. Bei den weiteren Dialogblättern müssen Sie selbst einige Einstellungen vornehmen. Zu allen Dialogelementen erscheinen Kontextinformationen (Tooltips), wenn Sie die Maus einige Zeit nicht bewegen. Vergessen Sie nicht, die Einstellungen zum Schluss zu speichern!

CD-SETTINGS: Hier müssen Sie einige Parameter des CD-R-Laufwerks angeben, die `xcdroast` nicht selbst ermitteln kann (z. B. die gewünschte Brenngeschwindigkeit sowie die Größe des von `cdrecord` verwalteten Puffer-RAMs).

HD-SETTINGS: Hier geben Sie den Pfad an, den `xcdroast` für temporäre Dateien verwenden soll (üblicherweise `/tmp`). Wenn Sie CDs nicht *on the fly* erstellen, muss in diesem Verzeichnis Platz für die Daten einer gesamten CD vorhanden sein (also ca. 700 MByte).

MISCELLANEOUS: Hier können Sie ein Audio-Device angeben. Sie benötigen das Device, wenn Sie beim Kopieren von Audio-CDs testen möchten, ob die auf die Festplatte kopierten Audio-Tracks in Ordnung sind.

USERS: In diesem Dialogblatt können Sie angeben, welche Benutzer außer `root` das Programm `xcdroast` verwenden dürfen. In der Defaulteinstellung dürfen das alle Benutzer. Allerdings darf nur `root` die Konfigurationseinstellungen verändern.

CD kopieren: Der Button **DUPLICATE CD** führt in einen Dialog, mit dem Sie gleichermaßen Audio- und Daten-CDs kopieren können. Falls Sie zwei CD-Laufwerke besitzen und eine Daten-CD kopieren möchten, reicht ein Mausklick auf **WRITE CD**. Bei Audio-CDs müssen Sie die Tracks zuerst auf die Festplatte kopieren (**READ CD**). Mit **PLAY TRACKS** können Sie sich vergewissern, dass die Track-Dateien in Ordnung sind. Falls Sie die CD nicht mehrfach kopieren möchten, sollten Sie die Track-Dateien nach dem Brennen löschen (**DELETE TRACKS**).

TIPP

Für erste Experimente sollten Sie vor dem Brennen die Option **SIMULATE** anklicken!

Daten speichern, Backups: Wenn es darum geht, eigene Dateien auf eine CD zu brennen, zeichnet sich `xcdroast` nicht gerade durch eine besonders intuitive Bedienung

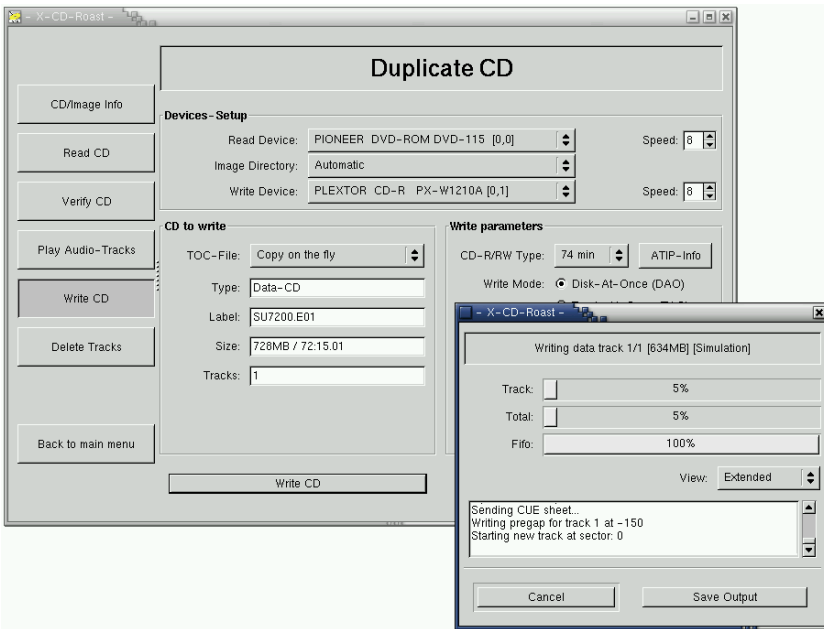


Abbildung 23.9: xcdroast – CDs komfortabel brennen

aus. Beginnen Sie im Hauptmenü mit **CREATE CD** und wählen Sie anschließend **MASTER TRACKS**. Im nun erscheinenden Dialog können Sie einzelne Verzeichnisse der Festplatte auswählen und mit **ADD** in die **SESSION-VIEW**-Liste kopieren. Nach der Einstellung diverser Optionen (zumeist können Sie alles so lassen wie es ist) müssen Sie im Dialogblatt **CREATE SESSION/IMAGE** den Platzbedarf ausrechnen (**CALCULATE SIZE**). Nun gibt es zwei Methoden, die CD zu brennen:

- Die schnelle Variante besteht darin, die Daten mit **MASTER AND WRITE ON-THE-FLY** sofort auf die CD zu brennen.
- Die andere Variante besteht darin, zuerst ein ISO-Image zu erzeugen. (xcdroast bezeichnet diese Datei als Trackdatei.) Dazu führen Sie **MASTER TO IMAGE FILE** aus.

Dann klicken Sie im Hauptmenü **WRITE TRACKS** an, wechseln in das Blatt **LAYOUT TRACKS** und kopieren die neu erstellte Track-Datei in die Liste **TRACKS TO WRITE**. Mit **ACCEPT TRACK LAYOUT** bestätigen Sie diese Operation. Anschließend können Sie die CD endlich mit **WRITE TRACKS** brennen.

Kapitel 24

Emacs – Der König der Editoren

Unter Linux stehen Ihnen zahlreiche Editoren zur Verfügung. Einige davon wurden ganz knapp ab Seite 125 beschrieben. Diese Editoren eignen sich ohne weiteres für einfache Aufgaben – sozusagen als Wald- und Wiesen-Editor. *Der* Editor unter Linux ist aber zweifellos der Emacs. Wenn Sie anspruchsvollere Projekte planen und große Textmengen (auch Programmcode) effizient verarbeiten möchten, führt am Emacs praktisch kein Weg vorbei.

Der wichtigste Vorteil des Emacs gegenüber anderen Editoren besteht darin, dass er beinahe beliebig erweiter- und programmierbar ist. Ob Sie nun ein einfaches Tastaturmakro aufzeichnen oder ein Online-Hilfesystem wie `info` programmieren möchten – der Emacs macht's möglich! Noch ein Argument spricht für den Emacs: Der Editor ist auf praktisch jedem Unix-System verfügbar; daneben existieren Versionen für die meisten anderen Betriebssysteme (inklusive Windows). Wenn Sie mit dem Emacs einmal umgehen können, werden Sie kaum noch einen anderen Editor benötigen.

Wo viel Licht ist, da gibt es bekanntlich auch Schatten. Die Bedienung des Emacs sieht auf ersten Blick ein wenig abschreckend aus. Es wimmelt nur so von `(Strg)`- und `(Alt)`-Sequenzen, mit denen die zahllosen Kommandos aufgerufen werden. Dennoch lohnt es sich, die wichtigsten Tastaturabkürzungen zu erlernen – viele Kürzel können nämlich auch bei der Eingabe von Kommandos in den Terminalkonsolen bzw. -Fenstern verwendet werden.

TIPP

Emacs-Kommandos, die mit `(Alt)+(X)` ausgeführt werden können, sind in diesem Kapitel durch eine etwas kleinere Courier-Schrift gekennzeichnet, z. B. `byte-compile-file`.

24.1 Schnelleinstieg

Es gibt zwei Emacs-Versionen, den GNU Emacs und den X Emacs (ehemals Lucid Emacs, oft kurz als XEmacs bezeichnet). Die beiden Versionen weisen zwar große Ähnlichkeiten auf, was Tastenkürzel und Funktionsumfang betrifft, werden aber schon seit Jahren parallel entwickelt.

Die Informationen in diesem und dem nächsten Kapitel gelten für beide Versionen auf der Basis der Versionen 20.7 (GNU Emacs) und 21.1 (XEmacs). Wenn sich die Versionen signifikant unterscheiden, wird explizit darauf hingewiesen. Bis Sie dieses Buch in den Händen halten, gibt es sicher schon wieder neuere Versionen. Es ist aber unwahrscheinlich, dass es spürbare Änderungen an den elementaren Funktionen gibt (und viel mehr wird in diesem Kapitel ohnedies nicht beschrieben).

Ob Sie lieber mit dem GNU Emacs oder mit dem XEmacs arbeiten, ist eigentlich Geschmacksache. Der Start der Programme erfolgt durch die Kommandos `emacs` bzw. `xemacs`. Ich habe die ersten drei Auflagen dieses Buchs mit dem GNU Emacs geschrieben und bin mit der vierten Auflage (und mit einem schnelleren Rechner) auf den XEmacs umgestiegen.

Beide Programme arbeiten sehr stabil und werden mit einer Fülle von Erweiterungen und einer umfangreichen Dokumentation ausgeliefert. Der XEmacs zeichnet sich durch ein schöneres Menü und eine Symbolleiste aus und ist generell etwas einfacher zu bedienen. Er beansprucht allerdings sowohl auf der Festplatte als auch bei der Ausführung deutlich mehr Speicher. GNU Emacs und XEmacs können übrigens beide sowohl in einer Textkonsole als auch unter X verwendet werden; beide unterstehen derselben GPL-Lizenz. Insofern sind die Namen GNU-Emacs und XEmacs eher irreführend. Die Entscheidung zwischen GNU und XEmacs ist also weder eine Frage der Lizenz noch eine der Unterstützung des X Window Systems, sondern eine des Geschmacks. Manche Distributionen nehmen Ihnen die Entscheidung ab und liefern aus Platzgründen nur eine Version mit.

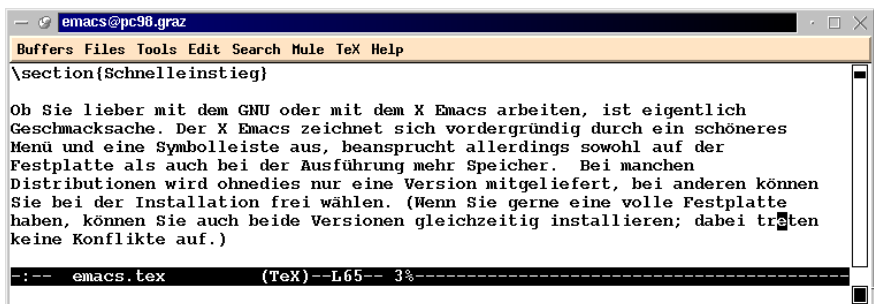


Abbildung 24.1: Der GNU Emacs

Neben den beiden großen Emacs-Versionen existieren einige kleinere Varianten: `jove` und `jed` sind beispielsweise sehr brauchbare Miniversionen (Vorteil: viel geringe-



Abbildung 24.2: Der XEmacs

rer Platzbedarf sowohl auf der Festplatte als auch im RAM). Insbesondere jed ist dank seines eingebauten Hilfesystems und seiner Konfigurierbarkeit ein guter Ersatz für den GNU Emacs, wenn dafür zu wenig Platz oder Rechenkapazität zur Verfügung steht.

Minimalkonfiguration

Tastatur, Sonderzeichen: Bei aktuellen Linux-Distributionen sind Emacs und XEmacs von Anfang an so konfiguriert, dass alle Basisfunktionen korrekt funktionieren, etwa die Eingabe ausländischer Sonderzeichen und die Funktion von **(Entf)** und **(Backspace)**. Bei früheren Versionen war das leider nicht immer der Fall. Wenn Sie Probleme mit der Tastatur haben, verändern Sie die Datei `~/ .emacs` nach dem folgenden Muster. (Diese Datei wird von Emacs und XEmacs gleichermaßen ausgewertet.)

```
; Datei ~/ .emacs
(standard-display-european 1)           ;deutsche Sonderzeichen anzeigen
(set-language-environment 'Latin-1)     ;richtige Wortgrenzen bei äöüß
(set-input-mode                          ;deutsche Sonderzeichen eingeben
  (car (current-input-mode))
  (nth 1 (current-input-mode)) 0)
(global-set-key [delete] 'delete-char)  ;Entf: Zeichen löschen
```

In der Defaulteinstellung gelangen Sie mit **(Pos1)** und **(Ende)** an den Anfang bzw. das Ende des gesamten Texts. Wenn Sie mit diesen Tasten wie unter Windows den Cursor an den Anfang bzw. das Ende der *Zeile* setzen möchten, fügen Sie die folgenden Zeilen in `.emacs` ein:

```
(global-set-key [home] 'beginning-of-line)
(global-set-key [end] 'end-of-line)
(global-set-key [C-home] 'beginning-of-buffer)
(global-set-key [C-end] 'end-of-buffer)
```

Beim XEmacs kann ein allfälliges Interpretationsproblem bei `(Backspace)` und `(Entf)` manchmal durch eine Veränderung der Option `OPTIONS|CUSTOMIZE|EMACS|EDITING|BASICS|DELETE KEY DELETES FORWARD` gelöst werden (siehe Seite 1048).

Falls Sie sich für eine weitergehende Konfiguration des Emacs interessieren, müssen Sie sich ein wenig in die Emacs-Lisp-Programmierung einlesen, die in diesem Buch allerdings nicht behandelt wird. Ein Kapitel zu diesem Thema, das aus einer früheren Auflage dieses Buchs stammt, finden Sie auf meiner Website (www.kofler.cc). Eine Menge weiterer Informationen zum Thema Tastaturkonfiguration finden Sie unter:

<http://tiny-tools.sourceforge.net/emacs-keys.html>

Probleme mit der Meta-Taste: Eine Menge (X)Emacs-Tastaturkürzel setzen sich aus einer Kombination mit einer so genannten Meta-Taste zusammen. Da es auf den marktüblichen PC-Tastaturen keine Meta-Taste gibt, sind die meisten Linux-Distributionen so eingerichtet, dass der Emacs die `(Alt)`-Taste als Meta-Taste akzeptiert.

Allerdings gibt es einige Distributionen (z. B. Red Hat 7.0), bei denen 'Meta' der linken Windows-Taste (Tastencode 113=0x73) zugeordnet ist. Daher müssen alle Tastenkombinationen, die in diesem Kapitel als `(Alt)+(Taste)` angegeben sind, in der Form `(Linke Windows-Taste)+(Taste)` ausgeführt werden. Falls Sie eine Tastatur ohne Windows-Taste besitzen, hilft nur die Eingabeform `(Esc), (Taste)`. (Red Hat 7.1 verwendet übrigens wieder eine vernünftigere Default-Einstellung. `(Alt)` funktioniert dort auf Anhieb.)

Wenn Sie sich wie ich an `(Alt)` als Meta-Taste gewöhnt haben, müssen Sie mit `xmodmap` die Tastaturkonfiguration unter X verändern. Die folgenden Anweisungen gelten für Red Hat 7.0, sollten aber auch bei anderen Distributionen mit Meta-Problemen zum Ziel führen. Ausgangspunkt ist die aktuelle `xmodmap`-Einstellung, die Sie mit dem gleichnamigen Kommando ermitteln können:

```
root# xmodmap
shift      Shift_L (0x32),  Shift_R (0x3e)
lock       Caps_Lock (0x42)
control    Control_L (0x25), Control_R (0x6d)
mod1       Alt_L (0x40)
mod2       Num_Lock (0x4d)
mod3       Mode_switch (0x71)
mod4       Meta_L (0x73)
mod5       Scroll_Lock (0x4e)
```

Das bedeutet, dass die linke `(Alt)`-Taste mit dem Code 0x40 als Modifier 1 gilt (und damit für die meisten X-Programme die Bedeutung von 'Alt' hat). Die linke Windows-Taste mit dem Code 0x73 gilt als Modifier 4 und übernimmt die Funktion der linken Meta-Taste.

Fügen Sie nun am Ende von `~/Xmodmap` oder in `/etc/X11/Xmodmap` die folgende Zeile ein:

```
# am Ende von ~/Xmodmap oder /etc/X11/Xmodmap
clear mod4
```


Starten Sie X neu. Wenn Sie abermals das Kommando `xmodmap` ausführen, sollte keine Meta-Taste mehr definiert sein. `mod4` bleibt einfach frei. Das Drücken der linken Windows-Taste bewirkt nichts mehr. Die Änderung gilt nicht nur für den (X)Emacs, sondern für das gesamte X Window System. (Außer dem Emacs gibt es aber ohnedies kaum Programme, die den Modifier 4 auswerten.)

Dank dieser Änderung sollte der Emacs wieder auf **(Alt)**-Tastensequenzen reagieren. (Emacs-intern wird die X-Tastenzuordnung ausgewertet. Wenn Modifier 4 als Meta-Taste definiert ist, dann übernimmt diese Taste die Meta-Funktion. Ist eine derartige Konfiguration hingegen nicht vorgesehen, wird auch Modifier 1 – und damit also **(Alt)** – als Meta-Taste akzeptiert.)

Unicode, MULE: Die aktuellen Versionen von GNU Emacs und XEmacs unterstützen die Eingabe und Bearbeitung asiatischer und anderer ausländischer Sonderzeichen durch das *MULTi-lingual Enhancement* (kurz MULE). Diese Erweiterung ist allerdings noch nicht so ausgereift wie andere Emacs-Funktionen. Solange Sie mit gewöhnlichen 8-Bit-Zeichensätzen zufrieden sind (ISO-Latin-Zeichensätze), benötigen Sie MULE nicht. MULE wird in diesem Kapitel nicht weiter beschrieben.

VERWEIS

Weder GNU Emacs noch XEmacs sind zurzeit Unicode-kompatibel. Es gibt aber Erweiterungen, die eine Bearbeitung von Unicode-Dateien erlaubt. Beispielsweise wird bei SuSE das Paket `emacs-oc-unicode` mitgeliefert (nur für den Emacs, nicht für den XEmacs). Mehr Informationen zu Unicode finden Sie auf Seite 197. Die folgenden Webseiten beschreiben, wie Sie schon jetzt Unicode-Dokumente mit dem Emacs bearbeiten können:

<http://www.cs.ruu.nl/~otfried/Mule/>
<http://www.linuxdoc.org/HOWTO/Unicode-HOWTO.html>

Texte laden und speichern, Programm beenden

Der Emacs wird durch die Eingabe von `emacs` bzw. `xemacs` gestartet. Wenn Sie gerade unter X arbeiten und Emacs richtig installiert ist, erscheint Emacs automatisch in einem eigenen Fenster mit Menüs und Schiebebalken.

Wenn Sie beim Start des Programms einen oder mehrere Dateinamen angeben, werden diese Dateien automatisch geladen. Dabei sind auch Suchmuster erlaubt: `emacs Makefile *. [ch]` lädt die Datei `Makefile` sowie alle `*.c`- und `*.h`-Dateien des aktuellen Verzeichnisses. Unabhängig davon können Sie mit **(Strg)+(X)**, **(Strg)+(F)** *Dateiname* **(Return)** auch nachträglich Dateien laden.

Zum Speichern der veränderten Datei verwenden Sie das Tastaturkommando **(Strg)+(X)**, **(Strg)+(S)**. Anschließend können Sie den Emacs mit **(Strg)+(X)**, **(Strg)+(C)** verlassen. Wenn der Emacs dabei irgendwelche noch nicht gespeicherten Dateien entdeckt, erscheint eine Sicherheitsabfrage, ob Sie den Emacs tatsächlich ohne zu speichern verlassen möchten. Antworten Sie auf diese Abfrage durch die Eingabe von `yes` (**(↵)**), falls Sie die Änderungen

tatsächlich verwerfen möchten. Sie können die Datei auch unter einem anderen Namen speichern, und zwar mit $(\text{Strg})+(\text{X}), (\text{Strg})+(\text{W})$ *Dateiname* (\leftarrow) .

Wenn Sie den Emacs in einer Textkonsole verwenden, können Sie das Programm mit $(\text{Strg})+(\text{Z})$ vorübergehend verlassen. Mit fg nehmen Sie die Arbeit wieder auf. (Unter X bewirkt $(\text{Strg})+(\text{Z})$ lediglich die Verkleinerung in ein Icon.)

Dateien laden und speichern, Emacs beenden

$(\text{Strg})+(\text{X}), (\text{Strg})+(\text{F})$ <i>datei</i> (\leftarrow)	Datei laden (find)
$(\text{Strg})+(\text{X}), \text{I}$	Datei in den vorhandenen Text einfügen (insert)
$(\text{Strg})+(\text{X}), (\text{Strg})+(\text{S})$	Datei speichern (save)
$(\text{Strg})+(\text{X}), \text{S}, \text{I}$	Alle offenen Dateien speichern
$(\text{Strg})+(\text{X}), (\text{Strg})+(\text{W})$ <i>datei</i> (\leftarrow)	Datei unter neuem Namen speichern (write)
$(\text{Strg})+(\text{X}), \text{S}$	Alle Dateien (mit Rückfrage) speichern
$(\text{Strg})+(\text{X}), (\text{Strg})+(\text{C})$	Emacs verlassen

Der Emacs erstellt beim Speichern automatisch eine Sicherheitskopie *name~*, in der der ursprüngliche Text enthalten ist. Außerdem speichert der Emacs in regelmäßigen Abständen den aktuellen Zustand des Textes in der Datei *#name#*. Auf diese Datei können Sie zurückgreifen, wenn während des Arbeitens der Strom ausgefallen ist oder wenn Sie aus einem anderen Grund den Emacs nicht ordnungsgemäß verlassen konnten. Der Emacs meldet sich dann beim nächsten Versuch, die Datei zu bearbeiten, automatisch mit der Warnung, dass eine Backup-Datei existiert. Mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ *recover-file* kann die alte Datei wiederhergestellt werden.

Elementare Kommandos

Wenn die Tastatur richtig installiert ist, sollte sich der Cursor mit den Cursortasten sowie mit $(\text{Bild})+(\uparrow)$ bzw. $(\text{Bild})+(\downarrow)$ bewegen lassen. Falls das nicht funktioniert, klappt es auf jeden Fall mit den folgenden Kommandos:

Tastenkürzel, falls die Cursortasten versagen

$(\text{Strg})+(\text{F})$	Cursor ein Zeichen nach links (forwards)
$(\text{Strg})+(\text{B})$	Cursor ein Zeichen nach rechts (backwards)
$(\text{Strg})+(\text{P})$	Cursor eine Zeile nach oben (previous)
$(\text{Strg})+(\text{N})$	Cursor eine Zeile nach unten (next)
$(\text{Strg})+(\text{V})$	Text eine Seite nach oben
$(\text{Alt})+(\text{V})$	Text eine Seite nach unten

Sie können an jeder beliebigen Stelle neuen Text eingeben. Wenn Sie Zeichen löschen möchten, stehen Ihnen dazu (\leftarrow) und bei korrekter Installation auch (Entf) zur Verfügung. Alternativ existiert das Tastaturkommando $(\text{Strg})+(\text{D})$ zum Löschen des Zeichens an der Cursorposition (delete).

Mit $(\text{Strg})+(\text{X})$, (U) (undo) oder mit $(\text{Strg})+(\text{C})$ (das entspricht bei einem deutschen Tastaturlayout $(\text{Strg})+(\text{Shift})+(\text{C})$) können Sie die letzten Änderungen widerrufen. Diese Undo-Funktion funktioniert für beliebig komplexe Kommandos und praktisch unbegrenzt!

Wenn Ihnen während der Eingabe eines Kommandos ein Fehler unterläuft, können Sie die Kommandoeingabe mit $(\text{Strg})+(\text{G})$ abbrechen. Das ist besonders dann praktisch, wenn Sie irrtümlich (Esc) drücken.

24.2 Grundlagen

Bearbeitungsmodi

Der Emacs kennt verschiedene Bearbeitungsmodi, in denen zusätzliche Kommandos zur Bearbeitung spezieller Dateien zur Verfügung stehen. Dabei wird zwischen Haupt- und Nebenmodi unterschieden: Es kann immer nur ein Hauptmodus aktiv sein, dieser kann aber durch mehrere Nebenmodi ergänzt werden.

Zu den wichtigsten Hauptmodi gehören der C-Modus (zur Bearbeitung von C-Programmen) und der \LaTeX -Modus (zur Bearbeitung von \LaTeX -Dateien). Der Emacs aktiviert beim Laden einer Datei automatisch den ihm passend erscheinenden Modus (z. B. den C-Modus, wenn der Dateiname mit `.c` endet). Wenn der Emacs keinen passenden Modus erkennen kann, wählt er den Fundamental-Modus als Defaulteinstellung.

Zu den wichtigsten Nebenmodi gehören der Fill-Modus (zur Bearbeitung von Fließtext mit Absätzen über mehrere Zeilen) und der Abbrev-Modus (zur automatischen Expansion von Abkürzungen).

Die elementaren Emacs-Kommandos funktionieren in allen Modi gleich, weswegen Sie sich mit den Bearbeitungsmodi vorläufig noch nicht beschäftigen müssen. Wenn Sie Eigenmächtigkeiten des Emacs auf Grund eines bestimmten Modus deaktivieren möchten (z. B. das automatische Einrücken von Programmzeilen im C-Modus), schalten Sie einfach mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ `fundamental-mode` (\leftarrow) in den Grundmodus um. Genauere Informationen zu den Bearbeitungsmodi finden Sie ab Seite 1042.

Tastaturkonventionen

Generell gibt es drei Möglichkeiten zur Eingabe von Emacs-Kommandos: das Menü, die Verwendung von Tastenkürzeln (zumeist eine Kombination mit (Strg) oder (Alt)) oder die Eingabe des gesamten Kommandonamens. Die dritte Variante wird mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ eingeleitet, also etwa $(\text{Alt})+(\text{X})$ `delete-char` (\leftarrow) .

Die Eingabe von Kommandos und anderen Parametern wird durch zwei Mechanismen erleichtert:

- Während der Eingabe können Sie den Kommandonamen wie bei der Kommando-eingabe im Shell-Terminal mit **(Tab)** ergänzen. Der Emacs unterscheidet dabei zwischen Groß- und Kleinschreibung. In gleicher Weise können auch Dateinamen ergänzt werden. Wenn mehrere Möglichkeiten bestehen, zeigt der Emacs diese auf dem Bildschirm an.
- Auf früher bei **(Alt)+(X)** angegebene Kommandos können Sie (nach der Einleitung des neuen Kommandos durch **(Alt)+(X)**) mit **(Alt)+(P)** (previous) und **(Alt)+(N)** (next) zurückgreifen.

In diesem Buch werden die Tastenfolgen so angegeben, wie sie auf einer deutschen Tastatur bei korrekter Installation eingegeben werden können. Dabei bedeutet ein Plus-Zeichen, dass mehrere Tasten gleichzeitig gedrückt werden müssen, während ein Komma darauf hindeutet, dass die Tasten nacheinander gedrückt werden. Buchstaben werden immer als Großbuchstaben angegeben, obwohl die **(Shift)**-Taste dabei nicht gedrückt werden muss! **(Alt)+(X)** bedeutet also, dass Sie die Tasten **(Alt)** und **(X)** gleichzeitig drücken sollen, nicht aber **(Shift)**!

HINWEIS

In der Dokumentation zum Emacs werden Tastenkürzel etwas abweichend dargestellt: DEL bedeutet nicht **(Entf)**, sondern **(←—)**! C steht für Control (gemeint ist **(Strg)**) und M für **(Meta)**.

Eine direkte Entsprechung der Meta-Taste existiert auf einer Standard-PC-Tastatur nicht. M-x kann auf einer PC-Tastatur auf zwei Weisen nachgebildet werden: durch **(Esc)** und **(X)** (nacheinander) oder durch **(Alt)+(X)**. In diesem Buch wird generell die bequemere **(Alt)**-Tastenkombination angegeben.

Bei manchen Emacs-kompatiblen Programmen bzw. bei der Verwendung des Emacs in einer Textkonsole gibt es allerdings Probleme mit der Taste **(Alt)**. Statt **(Alt)+(X)** müssen Sie dort **(Esc)**, **(X)** benutzen.

Außerdem ist bei einigen Linux-Distributionen der Meta-Taste die linke Windows-Taste zugeordnet. Wenn Sie lieber **(Alt)** statt der linken Windows-Taste verwenden möchten, finden Sie auf Seite 1020 einen Konfigurationshinweis.

TIPP

Beachten Sie, dass der Emacs zwischen **(Strg)+(X)**, **(Strg)+(B)** und der ähnlich aussehenden Kombination **(Strg)+(X)**, **(B)** unterscheidet. Es ist also nicht egal, wie lange Sie die **(Strg)**-Taste gedrückt halten.

Mausunterstützung

Es wird Sie nicht besonders überraschen, dass Sie mit der Maus die Cursorposition verändern, Text markieren und kopieren können. (Es gelten die unter X üblichen Konventionen, d. h. zuvor markierter Text wird mit der mittleren Maustaste eingefügt.) Wenn Sie mehrere Texte gleichzeitig anzeigen, können Sie zudem die Trennleiste zwischen den Textbereichen mit der linken Maustaste verschieben.

Schon etwas verwirrender ist die Bedienung der Bildlaufleiste: Beim GNU Emacs kann diese wie in `xterm` nur mit der mittleren Maustaste verschoben werden, beim XEmacs kann dazu auch die linke Maustaste verwendet werden.

Weitere Mausfunktionen sind von der Emacs-Version abhängig. Beim XEmacs erscheint beim Drücken der rechten Maustaste ein positionsabhängiges Kontextmenü. (Probieren Sie die rechte Maustaste in verschiedenen Bereichen der Statuszeile aus!) Dafür können Sie beim GNU Emacs mit `(Shift)` bzw. `(Strg)` in Kombination mit den Maustasten diverse Kommandos ausführen.

X-spezifische Optionen und Ressourcen

Beim Start des Emacs unter X können Sie durch Kommandozeilenoptionen zahlreiche Einstellungen für Farben, Zeichensätze etc. durchführen. Die folgende Tabelle zählt die wichtigsten Optionen auf. Eine vollständige Beschreibung finden Sie in der Manual-Seite zum Emacs.

Kommandozeilenoptionen

<code>-nw</code>	Standard-Emacs im Shell-Fenster starten (und nicht die X-Variante in einem eigenen Fenster)
<code>-fg farbe</code>	Vordergrundfarbe (Textfarbe; Default: Schwarz)
<code>-bg farbe</code>	Hintergrundfarbe (Default: Weiß)
<code>-cr farbe</code>	Farbe des Textcursors (Default: Schwarz)
<code>-geometry bxh+x+y</code>	Größe (Breite mal Höhe) und Position des Emacs-Fensters voreinstellen; alle Angaben in Textzeichen
<code>-fn zeichensatz</code>	startet Emacs mit dem angegebenen Zeichensatz

Alle obigen Optionen können auch in der `.Xdefaults`-Konfigurationsdatei in Ihrem Heimatverzeichnis eingestellt werden. Die Syntax der möglichen Einstellungen wird ebenfalls in den Manual-Seiten beschrieben. Das folgende Beispiel zeigt einige mögliche Einstellungen für den GNU Emacs und den XEmacs.

```
! ~/.Xdefaults
emacs.cursorColor: black
emacs.pointerColor: blue
emacs*menubar.background: bisque1
emacs*background: white
xemacs.geometry: 81x45
xemacs.font: -adobe-courier-bold-r-normal--18-180-75-75-m-110-iso8859-1
```

Emacs in der Textkonsole

Dieses Kapitel geht davon aus, dass Sie den Emacs unter X verwenden. Beide Emacs-Versionen können aber auch in einer Textkonsole gestartet werden, wenngleich es dabei

gewisse Einschränkungen gibt: kein Menü, keine Symbolleiste, keine Bildlaufleiste, keine Schriftattribute (fett, kursiv) beim Syntax-Highlighting etc.

Unter Umständen versagen auch manche Tastenkombinationen (etwa $\text{(Alt)}+\text{(})$). Wenn es Probleme gibt, müssen Sie mit (Esc) arbeiten (siehe den obigen Hinweis).

Probleme kann es auch mit der Maus geben: Diese wird eigentlich nur unter X unterstützt. Falls Sie das Programm gpm installiert haben, können Sie die Maus im Textmodus immerhin zum Kopieren und Einfügen von Textausschnitten verwenden (siehe Seite 164). Der XEmacs erkennt gpm automatisch, sodass die Maus dort auch zur Cursor-Positionierung verwendet werden kann. Beim GNU Emacs verhelfen die folgenden Zeilen zu etwas mehr Mauskomfort:

```
; Ergänzung in ~/.emacs
(or window-system                               ;nur im Textmodus
  (progn (load "t-mouse" 1)))                  ;gpm-Mausroutinen wie unter X
```

HINWEIS

Sie können auch unter X auf die Benutzeroberfläche des Emacs verzichten und das Programm direkt in einem Shell-Fenster ausführen. (Das kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn das Programm auf einem anderen Rechner läuft und nur eine langsame Netzwerkverbindung zur Verfügung steht.) Falls Sie den Emacs in xterm ausführen, können Sie auch dort die Maus verwenden: Führen Sie (Esc) , (X) xterm-mouse-mode aus.

24.3 Online-Hilfe

Der Emacs stellt zahlreiche Kommandos zum Aufruf der Online-Hilfe zur Verfügung. Das für den Einstieg wichtigste lautet (F1) , (T) (tutorial). Mit $\text{(Strg)}+\text{(X)}$, (B) , (←) gelangen Sie in den ursprünglichen Text zurück.

Wenn nach der Ausführung eines Hilfe-Kommandos mehrere Textabschnitte (Fenster) übrig bleiben, können Sie mit $\text{(Strg)}+\text{(X)}$, (O) ('Oh') den Textcursor in das jeweils nächste Fenster stellen. $\text{(Strg)}+\text{(X)}$, (O) ('Null') entfernt das aktuelle Fenster; $\text{(Strg)}+\text{(X)}$, (1) löscht alle Fenster außer dem aktuellen Fenster. Mit den drei Kommandos können Sie also zwischen dem Hilfe- und dem Textfenster hin- und herspringen und schließlich das Hilfefenster wieder entfernen.

Wird der Hilfetext dagegen Seiten füllend angezeigt, können Sie mit $\text{(Strg)}+\text{(X)}$, (B) , (←) zurück in Ihren eigentlichen Text springen. (Intern wird die Verwaltung mehrerer Texte – also beispielsweise Ihres Textes und des Hilfetextes – durch so genannte Puffer realisiert. Mehr zum Umgang mit Puffern und Fenstern erfahren Sie auf Seite 1040.)

Online-Dokumentation nutzen

(F1) , (F1)	Übersicht über vorhandene Hilfskommandos
(F1) , (A) <i>text</i> (↔)	Übersicht über alle Kommandos, die <i>text</i> enthalten (apropos)
(F1) , (B)	Übersicht über alle Tastenkürzel (bindings)
(F1) , (C) <i>tastenkürzel</i>	Kurzbeschreibung des zugeordneten Kommandos (command)
(F1) , (F) <i>kommando</i> (↔)	Kurzbeschreibung des Kommandos (function)
(F1) , (Shift)+(F)	Emacs-FAQ (Frequently Asked Questions)
(F1) , (I)	startet das Info-System zur Anzeige hierarchischer Hilfetexte (zur Bedienung siehe Seite 134)
(F1) , (N)	Zusammenfassung der Neuerungen in der aktuellen Version im Vergleich zu den früheren Versionen
(F1) , (T)	Einführung in die Bedienung von Emacs (help tutorial)
(F1) , (Strg)+(F) <i>name</i>	startet das info-System und zeigt Informationen zum angegebenen Kommando an
(F1) , (Strg)+(P)	Informationen über die Idee freier Software

Die wichtigste Informationsquelle zum Emacs ist das interne `info`-System, das offiziell als Emacs-Handbuch gilt. Bei manchen Distributionen wird dieses Handbuch auch im HTML-Format mitgeliefert, sodass es noch komfortabler gelesen werden kann.

VERWEIS

Weitere Informationen zu GNU- und XEmacs gibt es natürlich auch im Internet:

<http://www.gnu.org/software/emacs/emacs.html>
<http://www.xemacs.org>

Tastenkürzelreferenz

Die \TeX -Datei `refcard.tex` enthält eine Tabelle mit den Tastenkürzeln der wichtigsten Emacs-Kommandos. Die Datei befindet sich im Emacs-etc-Verzeichnis (z. B. `/usr/share/emacs/20.7/etc/`). Falls Sie \TeX installiert haben und einen PostScript-Drucker besitzen, sollten Sie die folgenden Anweisungen ausführen:

- Laden Sie die Datei `refcard.tex` in den Emacs, und ersetzen Sie in der Zeile `\columnspanperpage=1` durch `..=3`. Speichern Sie die Datei.
- Erstellen Sie daraus eine DVI-Datei:
`tex refcard`
- Wandeln Sie die DVI-Datei in eine PostScript-Datei um:
`dvips refcard -o test.ps -t landscape`
- Drucken Sie die Datei mit `lpr test.ps` aus. (Informationen zur korrekten Druckerkonfiguration finden Sie auf Seite 412.)

Das Ergebnis ist ein zweiseitiger Ausdruck, wobei die Seiten (im Querformat) jeweils drei Spalten mit beinahe allen wichtigen Emacs-Kommandos enthalten. Die Kommandos sind nach Themen geordnet (z. B. Files, Getting Help, Error Recovery etc.). Die beiden Seiten liegen bei mir ständig auf dem Schreibtisch und sind meine wichtigste Nachschlagequelle zum Emacs!

Eine weitere Informationsquelle stellt die man-Seite zum Emacs dar. Sie enthält allerdings nur Details zu den Kommandooptionen sowie zur Einstellung der X-Defaultwerte für die Farben, den Zeichensatz etc.

Der Info-Modus

Die eingebaute Online-Hilfe des Emacs liegt im GNU-Info-Format vor (siehe auch Seite 134). Beim Lesen von Info-Texten wird im Emacs ein eigener Info-Modus aktiviert. In diesem Modus gelten einige besondere Tastenkürzel, die auf Seite 135 beschrieben sind. Außerdem können Sie (unter X) Querverweise bzw. Menüeinträge einfach durch Klicken mit der mittleren Maustaste verfolgen. Mit **(L)** gelangen Sie zurück zur zuletzt sichtbaren Seite.

24.4 Cursorbewegung

Die wichtigsten Tasten zur Cursorbewegung haben Sie im vorigen Abschnitt bereits kennen gelernt: die vier Cursortasten sowie **(Bild↑)** und **(Bild↓)**. Daneben existiert aber eine ganze Reihe weiterer Kommandos:

Cursorbewegung

(Alt)+(F) / (Alt)+(B)	Cursor ein Wort vor bzw. zurück (for-/backwards)
(Strg)+(A) / (Strg)+(E)	Cursor an den Beginn bzw. das Ende der Zeile
(Alt)+(A) / (Alt)+(E)	Cursor an den Beginn bzw. das Ende des Absatzes
(Strg)+(V) / (Alt)+(V)	Text eine Seite nach unten bzw. oben
(Alt)+(≤) / (Alt)+(Shift)+(≥)	Cursor an den Beginn bzw. das Ende des Textes
(Strg)+(L)	Text scrollen, sodass der Cursor in der Bildmitte steht
(Alt)+(G) n (←)	Cursor in Zeile <i>n</i> bewegen

Wenn Sie wissen möchten, in welcher Zeile Sie sich gerade befinden, geben Sie **(Alt)+(X)** what-line **(←)** ein; der Emacs zeigt jetzt die aktuelle Zeilennummer in der untersten Bildschirmzeile an. Noch praktischer ist es, mit **(Alt)+(X)** line-number-mode **(←)** eine ständige Anzeige der Zeilennummer zu aktivieren. Leider funktioniert diese Anzeige bei sehr langen Texten (im MByte-Bereich) nicht mehr. Natürlich kann auch die Spaltennummer angezeigt werden – aktivieren Sie den column-number-mode!

Der Emacs ist in der Lage, ein beliebiges Kommando mehrfach hintereinander auszuführen. Dazu müssen Sie zuerst **(Alt)+n** eingeben, wobei *n* eine beliebige (auch mehrstellige) Zahl ist. Die Ziffern müssen vom alphanumerischen Tastaturteil stammen (nicht vom Zehnerblock im rechten Teil der Tastatur). Während der gesamten Zahleneingabe müssen Sie **(Alt)** gedrückt halten. Anschließend geben Sie ein beliebiges Kommando ein – beispielsweise **(Bild↓)**. Der Emacs scrollt den Text daraufhin um *n* Seiten nach unten. Dieses Verfahren kann für alle Emacs-Kommandos (inklusive der Eingabe von Textzeichen) verwendet werden.

Cursorpositionen in Registern speichern

In einem längeren Text ist es oft wünschenswert, wenn rasch zwischen verschiedenen Stellen im Text hin- und hergesprungen werden kann. Zu diesem Zweck kann die aktuelle Cursorposition mit einem Kommando (siehe unten) in einem so genannten Register gespeichert werden. Ein Register ist ein Speicherplatz, der durch ein Textzeichen (Buchstabe oder Ziffer) gekennzeichnet wird. Zu einem späteren Zeitpunkt kann durch die Angabe dieses Registers wieder an den ursprünglich gespeicherten Ort gesprungen werden. Beachten Sie bitte, dass Register beim Verlassen des Emacs nicht gespeichert werden.

Register für Cursorpositionen

(Strg)+(X) , (r) , (Leertaste) zeichen (←)	speichert die aktuelle Cursorposition im Register <i>zeichen</i>
(Strg)+(X) , (R) , (J) zeichen (←)	springt zu der im Register <i>zeichen</i> gespeicherten Cursorposition

24.5 Text markieren, löschen und einfügen

Die Tasten **(Entf)** oder **(Strg)+(D)** sowie **(←)** zum Löschen einzelner Zeilen haben Sie schon kennen gelernt. Der Emacs kann aber auch größere Textmengen löschen:

Text löschen und wieder einfügen

(Alt)+(D)	löscht das nächste Wort bzw. das Ende des Wortes ab der Cursorposition
(Alt)+(←)	löscht das vorige Wort bzw. den Beginn des Wortes bis zur Cursorposition
(Strg)+(K)	löscht das Zeilenende ab der Cursorposition
(Alt)+(0) , (Strg)+(K)	löscht den Zeilenanfang vor der Cursorposition
(Alt)+(M)	löscht den nächsten Absatz

Text löschen und wieder einfügen (Fortsetzung)

(Alt)+(Z) , x	löscht alle Zeichen bis zum nächsten Auftreten von x (das Zeichen x wird mit gelöscht)
(Strg)+(Y)	fügt den zuletzt gelöschten Text an der aktuellen Cursorposition wieder ein

Wenn Sie eines der obigen Löschkommandos mehrmals unmittelbar hintereinander ausführen, fügt **(Strg)+(Y)** den gesamten gelöschten Text wieder ein. **(Strg)+(Y)** kann mehrfach und an beliebigen Stellen im Text ausgeführt werden. Das Kommando ermöglicht es daher, den gelöschten Text an eine andere Stelle zu verschieben bzw. zu kopieren.

Die obigen Kommandos sind relativ unflexibel, weil die zu löschende Textmenge starr vorgegeben ist. Der Emacs kann aber selbstverständlich auch beliebige Textausschnitte löschen (und anschließend wieder einfügen). Ungewöhnlich ist allerdings die Methode, wie Sie einen Textbereich markieren: Dazu müssen Sie zuerst mit **(Strg)+(Leertaste)** den Anfang oder das Ende des Bereichs markieren (diese Markierung bleibt unsichtbar, der Emacs zeigt aber die Meldung 'Mark set' an). Als markierter Bereich gilt von nun an der Text zwischen dem markierten Punkt und der aktuellen Position des Textcursors.

Text markieren

(Strg)+(Leertaste)	setzt einen (unsichtbaren) Markierungspunkt
(Strg)+(W)	löscht den Text zwischen dem Markierungspunkt und der aktuellen Cursorposition
(Strg)+(Y)	fügt den gelöschten Text wieder ein
(Strg)+(X) , (Strg)+(X)	vertauscht Cursorposition und Markierungspunkt

Das Kommando **(Strg)+(X)**, **(Strg)+(X)** dient in erster Linie zur Überprüfung, welcher Punkt gerade markiert ist. Die zweimalige Ausführung dieses Kommandos stellt den Cursor wieder an seine ursprüngliche Position zurück.

Beim Löschen mit **(Strg)+(W)** gilt das erste Zeichen zwischen Markierungspunkt und Cursorposition als zur Markierung gehörig und wird gelöscht, während das letzte Zeichen als außerhalb stehend interpretiert und nicht gelöscht wird.

Nach dem Einfügen eines zuvor gelöschten Textes durch **(Strg)+(Y)** (egal, ob dieser Text mit **(Strg)+(W)** oder mit einem anderen Kommando gelöscht wurde) gilt das erste Zeichen des eingefügten Textes als neuer Markierungspunkt. Aus diesem Grund kann ein mit **(Strg)+(Y)** eingefügter Text sofort mit **(Strg)+(W)** wieder gelöscht werden (z. B. nach einem irrtümlichen Einfügen).

Wenn Sie sich nicht an die Bereichsmarkierung mit **(Strg)+(X)** gewöhnen möchten, können Sie im GNU Emacs auch die unter Windows übliche Form der Markierung mit **(Shift)** aktivieren. Dazu führen Sie einfach **(Alt)+(X)** `pc-selection-mode` aus. Wenn Sie diese Form der Markierung als Defaulteinstellung benutzen möchten, müssen Sie die folgenden Zeilen in `~/ .emacs` einfügen:

```
(custom-set-variables
  '(pc-selection-mode t nil (pc-select)))
```

Für den XEmacs gibt es ebenfalls einen entsprechenden Modus. Damit dieser verwendet werden kann, muss allerdings vorher in `~/ .emacs` die folgende Zeile eingefügt werden:

```
(require 'pc-select)
```

Der Modus kann wie beim GNU Emacs mit **(Alt)+(X)** `pc-selection-mode` ein- und ausgeschaltet werden. Eine automatische Aktivierung erreichen Sie mit einer weiteren Zeile in `~/ .emacs`:

```
(pc-select-mode t)
```

Noch mehr Ähnlichkeit zu den Windows-Tastenkürzeln können Sie mit der Emacs-Erweiterung `cua-mode.el` erzielen. Sie finden das Paket unter:

<http://hjem.get2net.dk/storm/emacs/index.htm>

HINWEIS

24.6 Elementare Edit-Kommandos

Text einfügen bzw. überschreiben

Der Emacs befindet sich normalerweise im Einfügemodus, d. h. neu eingegebener Text wird an der aktuellen Cursorposition in den vorhandenen Text eingefügt. Wenn Sie stattdessen den vorhandenen Text überschreiben möchten, müssen Sie mit **(Alt)+(X)** `overwrite-mode` **(←)** in den Überschreibmodus wechseln. Die nochmalige Ausführung des Kommandos schaltet den Modus wieder um. Bei einer korrekten Konfiguration der Tastatur können Sie den Modus auch einfach mit **(Einfg)** umschalten.

TIPP

Sie brauchen das Kommando `overwrite-mode` nicht ausschreiben. Die Eingabe von **(Alt)+(X)** ov **(←)** ist ausreichend. Der Emacs kann aus den beiden Buchstaben den vollständigen Kommandonamen ergänzen. Sie können diese Ergänzung auch selbst mit **(Tab)** durchführen.

Groß- und Kleinschreibung verändern

Zur Veränderung der Groß- und Kleinschreibung bereits geschriebener Wörter bietet der Emacs diverse Kommandos an:

Groß- und Kleinschreibung

(Alt)+(C)	Buchstabe an der Cursorposition groß, alle weiteren Buchstaben des aktuellen Wortes klein (capitalize)
(Alt)+(L)	alle Buchstaben des Wortes ab Cursorpos. klein (lower)
(Alt)+(U)	alle Buchstaben des Wortes ab Cursorpos. groß (upper)
(Esc), (-), (Alt)+(C)	erster Buchstabe groß, Rest klein; wenn der Cursor am Beginn eines Wortes steht, wird das vorige Wort verändert
(Esc), (-), (Alt)+(L)	alle Buchstaben des Wortes bis zur Cursorposition klein; wenn der Cursor am Beginn eines Wortes steht, dann das vorige Wort klein
(Esc), (-), (Alt)+(U)	alle Buchstaben des Wortes bis zur Cursorposition groß; wenn der Cursor am Beginn eines Wortes steht, dann das vorige Wort groß
(Strg)+(Leertaste)	Markierungspunkt setzen
(Strg)+(X), (Strg)+(L)	Bereich zwischen Markierungspunkt und Cursor klein
(Strg)+(X), (Strg)+(U)	Bereich zwischen Markierungspunkt und Cursor groß

In der aktuellen XEmacs-Version bleiben deutsche Sonderzeichen durch die obigen Kommandos unverändert. Dieses Problem tritt beim GNU Emacs nicht auf, dafür interpretiert dieser die deutschen Sonderzeichen als Wortgrenzen. Das kann durch das Kommando **(Alt)+(X)** set-language-environment **(←)** Latin-1 **(←)** verhindert werden.

Buchstaben, Wörter und Zeilen vertauschen

Ein häufiger Tippfehler ist das Vertauschen zweier Buchstaben. Mit **(Strg)+(T)** können Sie solche Vertauschungen bequem korrigieren. Der Cursor muss dabei auf dem zweiten der beiden betroffenen Buchstaben stehen, im Wort 'Vertaushcen' also auf 'c'.

Analog können mit **(Alt)+(T)** zwei Wörter vertauscht werden. Wenn der Cursor dabei am Beginn eines Wortes steht, wird dieses Wort mit dem vorangegangenen vertauscht. Steht der Cursor dagegen irgendwo im Wort, dann wird das Wort mit dem folgenden Wort vertauscht. Das mehrfache Ausführen von **(Alt)+(T)** führt dazu, dass das erste der beiden Wörter immer weiter nach vorn bewegt wird.

Mit **(Strg)+(X)**, **(Strg)+(T)** können Sie schließlich die aktuelle Zeile mit der vorherigen Zeile vertauschen. Die mehrfache Ausführung des Kommandos führt dazu, dass die Zeile oberhalb des Curors immer weiter nach unten rutscht.

Tabulatoren

In der Defaulteinstellung und bei der Bearbeitung eines normalen ASCII-Texts wird durch **(Tab)** ein Tabulatorzeichen eingefügt. Tabulatoren sind nicht sichtbar. Ob an einer Stelle ein Tabulatorzeichen oder mehrere Leerzeichen stehen, merken Sie erst, wenn Sie den Cursor darüber bewegen. Bei Tabulatoren bewegt sich der Cursor in Sprüngen.

Je nachdem, welchen Text (z. B. eine *.tex-Datei) Sie mit dem (X)Emacs bearbeiten, wird automatisch ein dazu passender Bearbeitungsmodus aktiviert (siehe Seite 1042). Bei manchen dieser Modi werden einzelne Tasten umdefiniert. Dies betrifft insbesondere auch die Taste **(Tab)**. Im C-Modus bewirkt die Taste beispielsweise, dass der Zeilenanfang entsprechend der Programmstruktur eingerückt wird. Im L^AT_EX-Modus hat die **(Tab)**-Taste gar keine Wirkung. Wenn **(Tab)** also nicht so funktioniert, wie Sie erwarten, ist zumeist der Bearbeitungsmodus schuld. Es bestehen mehrere Möglichkeiten, dennoch Tabulatoren einzugeben:

- Mit **(Strg)+Q**, **(Tab)** können Sie unabhängig von allen Modi ein Tabulator-Zeichen in den Text einfügen.
- Mit **(Alt)+I** können Sie unabhängig vom Bearbeitungsmodus ein Tabulator-Zeichen oder entsprechend viele Leerzeichen einfügen (je nach Einstellung von `indent-tab-mode`, siehe unten).
- Mit **(Alt)+(X)** fundamental-mode können Sie den gerade aktuellen Bearbeitungsmodus deaktivieren. Dann funktioniert **(Tab)** wie in anderen Programmen gewohnt, allerdings verlieren Sie gleichzeitig auch alle Spezialfunktionen des bisher gültigen Bearbeitungsmodus.

Tabulatorweite: Als Tabulatorweite gelten normalerweise acht Zeichen. Mit **(Alt)+(X)** `set-variable tab-width` können Sie aber auch eine andere Tabulatorweite einstellen. (Wenn Sie generell mit vier statt acht Zeichen pro Tabulator arbeiten möchten, können Sie diese Einstellung auch in der Konfigurationsdatei `~/ .emacs` vornehmen.)

Wechsel zwischen Leerzeichen und Tabulatoren: In einigen Bearbeitungsmodi ersetzt der Emacs automatisch lange Folgen von Leerzeichen durch Tabulatoren. Mit den beiden Kommandos **(Alt)+(X)** `tabify` können Sie im vorher markierten Bereich alle Leerzeichenserien durch Tabulator-Zeichen ersetzen. **(Alt)+(X)** `untabify` funktioniert genau umgekehrt und fügt Tabulator-Zeichen ein.

Leerzeichen statt Tabulatoren: Wenn Sie möchten, dass mit **(Tab)** generell Leerzeichen (statt echter Tabulatorzeichen) eingefügt werden, fügen Sie die folgende Zeile in `~/ .emacs` ein:

```
; Datei ~/ .emacs
(setq-default indent-tab-mode nil)
```

Text manuell ein- und ausrücken

Das Ein- und Ausrücken von Text ist insbesondere in Programmlistings zur Strukturierung des Codes erforderlich. Das wichtigste Kommando wird mit `(Strg)+(X)`, `(Tab)` aufgerufen und rückt den Text zwischen dem Markierungspunkt (`(Strg)+(Leertaste)`) und der aktuellen Cursorposition um ein Leerzeichen ein. Wenn Sie vor diesem Kommando `(Alt)+n` ausführen, wird der markierte Textbereich um n Zeichen eingerückt. Durch ein vorangestelltes `(Esc)`, `(-)` wird der Text aus- statt eingerückt.

Text ein- und ausrücken

<code>(Strg)+(Leertaste)</code>	Markierungspunkt setzen
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Tab)</code>	Text zwischen Markierungspunkt und Cursorposition um ein Zeichen einrücken
<code>(Esc)</code> , <code>(-)</code> , <code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Tab)</code>	Text um ein Zeichen ausrücken
<code>(Alt)+n</code> , <code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Tab)</code>	Text um n Zeichen einrücken
<code>(Esc)</code> , <code>(-)</code> , <code>(Alt)+n</code> , <code>(Strg)+(X)</code> , <code>(Tab)</code>	Text um n Zeichen ausrücken

Mit den obigen Kommandos können nur Leerzeichen am Beginn von Zeilen eingefügt bzw. wieder entfernt werden. Wenn Sie dagegen Leerzeichen innerhalb von Zeilen einfügen oder löschen möchten (etwa bei der Bearbeitung von Tabellen oder zum Ein- oder Ausrücken von Kommentaren am Ende von Programmzeilen), müssen Sie mit den so genannten Rechteck-Kommandos arbeiten. Als Rechteck gelten dabei alle Zeichen im Bereich zwischen dem Markierungspunkt und der Cursorposition.

Rechteck-Kommandos

<code>(Strg)+(Leertaste)</code>	Markierungspunkt setzen
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(R)</code> , <code>(O)</code>	rechteckigen Bereich öffnen (rectangle open), d. h. in den rechteckigen Bereich Leerzeichen einfügen
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(R)</code> , <code>(K)</code>	rechteckigen Bereich löschen (rectangle kill)
<code>(Strg)+(X)</code> , <code>(R)</code> , <code>(Y)</code>	gelöschten rechteckigen Bereich an der Cursorposition einfügen (rectangle yank)
<code>(Alt)+(X)</code> string-rectangle	einen Text vor jede Zeile des markierten Bereichs einfügen

Der Emacs kennt darüber hinaus einige Bearbeitungsmodi, in denen Einrückungen automatisch durchgeführt werden. So werden im C-Modus Programmzeilen bei jeder geschweiften Klammer `{` oder `}` um einige Leerzeichen ein- oder ausgerückt (siehe Seite 1042).

24.7 Fließtext

Bisher wurde angenommen, dass Sie mit dem Emacs Texte bearbeiten, bei denen jede Zeile eine Einheit darstellt (also etwa Programmlistings, Konfigurationsdateien etc.). Etwas anders sieht der Umgang mit dem Emacs aus, wenn Sie Fließtext bearbeiten möchten. Dabei stellen mehrere Zeilen (also ein Absatz) eine Einheit dar. Bei der Eingabe von langen Zeilen soll der Text automatisch in eine neue Zeile 'weiterfließen'.

Der Emacs führt normalerweise keinen automatischen Umbruch durch. Wenn Zeilen länger sind als die Bildschirm- oder Fensterbreite, dann wird am linken Ende ein \-Zeichen dargestellt und der Text in der nächsten Zeile fortgesetzt.

Wenn Sie eine einzelne längere Zeile umbrechen möchten, können Sie (in jedem Bearbeitungsmodus) das Kommando $(\text{Alt})+(\text{Q})$ ausführen: Damit werden dann an geeigneten Stellen Leerzeichen durch Zeilenumbrüche ersetzt. Aus einer langen Zeile werden so mehrere kurze Zeilen. Beachten Sie bei der Anwendung dieses Kommandos aber, dass der Emacs alle Zeilen, die nicht explizit durch eine vollkommen leere Zeile von anderen Zeilen getrennt sind, als einen Absatz betrachtet. Der Emacs formatiert den gesamten Absatz neu (also alle zusammengehörigen Zeilen)! Bei einem Programmlisting sind die Folgen dieses Kommandos natürlich fatal! Führen Sie mit $(\text{Strg})+(\text{X}), (\text{U})$ ein Undo durch.

HINWEIS

Wenn Sie $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ - oder $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Dateien bearbeiten, gilt für $(\text{Alt})+(\text{Q})$ eine Besonderheit: Zeilen, die mit einem \-Zeichen beginnen, gelten als Absatzgrenze und werden nicht umbrochen. Um einen Umbruch dennoch durchzuführen, müssen Sie diese Zeile manuell mit der vorhergehenden Zeile verbinden und nochmals $(\text{Alt})+(\text{Q})$ ausführen.

Bei der Eingabe eines neuen Textes ist die ständige Ausführung von $(\text{Alt})+(\text{Q})$ natürlich lästig. Daher existiert ein eigener Fließtextmodus, der mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ auto-fill-mode (\leftarrow) aktiviert wird. Wenn sich der Emacs in diesem Modus befindet, werden alle Neueingaben automatisch umbrochen. Bereits vorhandener Text wird durch diesen Modus nicht verändert. Auch das Löschen von Text führt nicht zu einem automatischen Umbruch, weswegen nach Änderungen in einem bereits vorhandenen Fließtext häufig ein manueller Umbruch mit $(\text{Alt})+(\text{Q})$ erzwungen werden muss.

Der Umbruch erfolgt normalerweise spätestens nach 70 Zeichen. Sie können die Umbruchspalte mit dem folgenden Kommando verändern: $(\text{Alt})+(\text{X})$ set-variable (\leftarrow) fill-column $(\leftarrow) n (\leftarrow)$.

Fließtext umbrechen

$(\text{Alt})+(\text{Q})$

$(\text{Alt})+(\text{X})$ auto-fill-mode (\leftarrow)

führt einen manuellen Zeilenumbruch durch
aktiviert den Fließtextmodus (automatischer
Zeilenumbruch)

Einrückungen im Fließtext

Wenn Sie mehrere Absätze eingerückten Textes eingeben möchten, können Sie die erste gültige Spalte voreinstellen. Dazu müssen Sie so viele Leer- oder Tabulatorzeichen in einer sonst leeren Zeile eingeben, wie Ihr Text eingerückt werden soll. Anschließend führen Sie $(\text{Strg})+(\text{X})$, \odot (also $(\text{Strg})+(\text{X})$, (Punkt)) aus. Das Programm rückt jetzt ab der zweiten Zeile eines Absatzes alle Zeilen bis zur Einrückspalte ein.

Die Einrückspalte gilt nur für neu eingegebenen Text. Das Einrücken bereits vorhandener Texte muss nach der oben beschriebenen Methode erfolgen, wobei dazu keine (!) Einrückspalte definiert sein darf. Sie müssen die Einrückspalte daher wieder deaktivieren, indem Sie den Cursor an den Beginn einer Zeile stellen und nochmals $(\text{Strg})+(\text{X})$, \odot ausführen.

VORSICHT

Das Kommando $(\text{Strg})+(\text{X})$, \odot speichert eigentlich die Zeichen, die zwischen der aktuellen Cursorposition und dem Zeilenanfang stehen, und fügt diese automatisch am Beginn einer neuen Zeile ein, die durch einen Wortumbruch entsteht. Wenn Sie $(\text{Strg})+(\text{X})$, \odot ausführen, während sich in den Zeichen links von der Cursorposition Text befindet, dann wird dieser Text am Beginn jeder neuen Zeile eingefügt. Das kann dazu verwendet werden, mehrere Zeilen zu schreiben, die mit einer bestimmten Zeichenkette (beispielsweise mit >) anfangen).

Zum Neuformatieren größerer Textmengen, die unterschiedlich stark eingerückt sind, eignet sich das Kommando $(\text{Alt})+(\text{x})$ fill-individual-paragraphs \leftarrow . Dieses Kommando formatiert den gesamten Bereich zwischen dem Markierungspunkt $(\text{Strg})+(\text{Leertaste})$ und der aktuellen Cursorposition. Dabei werden die aktuellen Einrückungen beibehalten.

Fließtext einrücken

$(\text{Strg})+(\text{X})$, \odot	definiert die Einrückspalte durch die aktuelle Cursorposition; der Cursor muss dazu in einer leeren (!) Zeile stehen
$(\text{Alt})+(\text{M})$	bewegt den Cursor an den Beginn einer eingerückten Zeile (ähnlich wie $(\text{Strg})+(\text{A})$)
$(\text{Strg})+(\text{Leertaste})$	setzt den Markierungspunkt
$(\text{Alt})+(\text{x})$ fill-individ \leftarrow	formatiert den Bereich zwischen Markierungspunkt und Cursorposition neu und behält die aktuellen Einrückungen bei

Textmodus

Wenn Sie sehr viel mit Einrückungen arbeiten, ist der Textmodus bequemer als die oben beschriebene Vorgehensweise: Der Modus wird mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ text-mode \leftarrow aktiviert. Wenn Sie in diesem Modus Fließtext bearbeiten möchten (was zumeist der Fall sein wird), müssen Sie außerdem den dafür vorgesehenen Nebenmodus mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ auto-fill-mode

(⇐) aktivieren. (Nebenmodi definieren einige zusätzliche Kommandos, die parallel zu einem beliebigen Hauptmodus verwendet werden können – siehe auch Seite 1042.)

Die einzig wesentliche Neuerung des Textmodus besteht darin, dass der Emacs beim Zeilenumbruch jede neue Zeile automatisch so weit einrückt wie die vorhergehende Zeile. Auch (Alt)+(Q) für den manuellen Umbruch orientiert sich jetzt automatisch an der Einrückung der ersten Zeile.

Im Textmodus sind darüber hinaus zwei neue Kommandos definiert: (Alt)+(S) zentriert die aktuelle Zeile, (Alt)+(Shift)+(S) den ganzen Absatz.

Textmodus

(Alt)+(X)	text-mode	aktiviert den Textmodus
(Alt)+(X)	auto-fill-mode	aktiviert den Nebenmodus für Fließtext
(Alt)+(Q)		führt einen manuellen Umbruch durch und orientiert sich dabei an der Einrückung der aktuellen Zeile
(Alt)+(S)		zentriert die aktuelle Zeile
(Alt)+(Shift)+(S)		zentriert den aktuellen Absatz

Wenn Sie Zeilen oder Absätze zentrieren möchten, ohne deswegen in den Textmodus zu wechseln, können Sie die entsprechenden Kommandos in den anderen Modi mit (Alt)+(X) center-line (⇐) bzw. mit (Alt)+(X) center-paragraph (⇐) aufrufen.

24.8 Suchen und Ersetzen

Inkrementelles Suchen

Wenn Sie einen Text suchen, finden Sie ihn am schnellsten mit (Strg)+(S) *suchtext*. Das Kommando weist gegenüber den Suchkommandos anderer Programme eine Besonderheit auf: Es beginnt die Suche sofort nach der Eingabe des ersten Zeichens. Wenn Sie also 'Nebenmodus' suchen und (Strg)+(S) *Neb* eingeben, dann springt der Cursor bereits zum ersten Wort, das mit 'Neb' beginnt. Statt der Eingabe der weiteren Buchstaben können Sie jetzt durch das abermalige Drücken von (Strg)+(S) zum nächsten Wort springen, das auch mit 'Neb' beginnt. (Wenn Sie nur Kleinbuchstaben eingeben, wird nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden.)

Wenn Sie jetzt auf die Idee kommen, dass Sie eigentlich nach 'Neuigkeit' suchen, löschen Sie das 'b' mit (⇐). Der Emacs springt zum ersten Wort zurück (ausgehend von der Position beim Beginn der Suche), das mit 'Ne' beginnt. Wenn Sie jetzt zusätzlich das 'u' eingeben, springt der Emacs weiter zum ersten Wort, das mit 'Neu' beginnt. Probieren Sie es einfach einmal aus – Sie werden von diesem Konzept sofort begeistert sein!

Sobald Sie (⇐) oder eine Cursortaste drücken, nimmt das Programm an, dass die Suche beendet ist, und setzt den Cursor an die gefundene Stelle. Der Beginn der Suche wird da-

bei durch einen Markierungspunkt gespeichert. Daher können Sie mit $(\text{Strg})+(\text{X})$, $(\text{Strg})+(\text{X})$ den Cursor mühelos wieder dorthin zurückstellen, wo er zu Beginn der Suche stand. Ein abermaliges $(\text{Strg})+(\text{X})$, $(\text{Strg})+(\text{X})$ führt Sie wieder an die Stelle des Suchtextes.

Durch zweimaliges Drücken von $(\text{Strg})+(\text{S})$ können Sie die Suche wieder aufnehmen und zum nächsten Auftreten des Suchtextes springen. Wenn Sie rückwärts suchen möchten, drücken Sie einfach $(\text{Strg})+(\text{R})$ statt $(\text{Strg})+(\text{S})$.

Inkrementelle Suche

$(\text{Strg})+(\text{S})$	inkrementelle Suche vorwärts
$(\text{Strg})+(\text{R})$	inkrementelle Suche rückwärts
$(\text{Alt})+(\text{P})$	wählt einen früher verwendeten Suchtext aus (previous)
$(\text{Alt})+(\text{N})$	wählt einen früher verwendeten Suchtext aus (next)
$(\text{Strg})+(\text{G})$	Abbruch der Suche
$(\text{Strg})+(\text{X})$, $(\text{Strg})+(\text{X})$	vertauscht Markierungspunkt (Beginn der Suche) und aktuelle Cursorposition

Wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt nach einem Text suchen möchten, den Sie früher schon einmal gesucht haben, können Sie nach $(\text{Strg})+(\text{S})$ mit $(\text{Alt})+(\text{P})$ (previous) und $(\text{Alt})+(\text{N})$ (next) einen Text aus der gespeicherten Liste der Suchtexte auswählen.

Suche nach Mustern (mit regulären Ausdrücken)

Die inkrementelle Suche findet Texte, die exakt dem Suchtext entsprechen. Häufig ist es aber wünschenswert, nach Texten zu suchen, die einem bestimmten Muster entsprechen.

Suche nach regulären Ausdrücken

$(\text{Strg})+(\text{Alt})+(\text{S})$	inkrementelle Suche nach Muster vorwärts
$(\text{Strg})+(\text{Alt})+(\text{R})$	inkrementelle Suche nach Muster rückwärts

Aufbau des Suchmusters

$\backslash <$	Anfang eines Wortes
$\backslash >$	Ende eines Wortes
\wedge	Anfang der Zeile
$\$$	Ende der Zeile
$.$	ein beliebiges Zeichen mit Ausnahme eines Zeilenumbruchs
$*$	beliebig viele (auch 0) beliebige Zeichen (wie * in Dateinamen)
$+$	beliebig viele (aber mindestens ein) beliebige(s) Zeichen
$?$	kein oder ein beliebiges Zeichen
$[abc \dots]$	eines der aufgezählten Zeichen
$[^abc \dots]$	keines der aufgezählten Zeichen

Suche nach regulären Ausdrücken (Fortsetzung)

\ (Beginn einer Gruppe (siehe Suchen und Ersetzen)
\)	Ende einer Gruppe
\ x	Sonderzeichen x (z. B. \\ zur Suche nach einem \-Zeichen oder \. zur Suche nach einem Punkt)

Im Suchtext wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden. Zur Syntax der Musterzeichenkette noch einige erklärende Beispiele: \<[Dd]ie\> sucht nach dem Artikel 'die', egal ob er klein- oder großgeschrieben ist. Wortzusammensetzungen mit 'die' (also etwa 'dieser') werden ignoriert.

[Dd]ie[a-z]+ sucht nach Wortzusammensetzungen, die mit 'Die' oder 'die' beginnen und denen mindestens ein weiterer Buchstabe folgt. Der Cursor bleibt jeweils am Ende des Wortes stehen (beim ersten Zeichen, das kein Buchstabe zwischen a und z ist).






[Dd]ie[a-zäöüß]+ funktioniert wie oben, findet aber auch Wortzusammensetzungen, die deutsche Sonderzeichen enthalten.

Die Zeichenpaare \ (und \) haben keinen Einfluss auf die eigentliche Suche. Die Zeichen im gesuchten Text, die den in der Gruppe enthaltenen Zeichen entsprechen, können dann aber zum Bilden des Ersetzen-Textes wiederverwendet werden (siehe unten).

Suchen und Ersetzen

Auch beim Suchen und Ersetzen unterscheidet der Emacs zwischen dem normalen Kommando und der erweiterten Version mit Mustersuche. Bei der normalen Variante wird die Groß- und Kleinschreibung bei der Suche ignoriert. Beim Ersetzen bleiben die Anfangsbuchstaben von Wörtern so erhalten, wie sie bisher waren, wenn der Ersetzen-Text vollständig kleingeschrieben ist. Das Suchen- und Ersetzen-Kommando kann nicht für mehrzeilige Texte verwendet werden, weil die Joker-Zeichen * und + nicht über eine Zeile hinaus wirksam sind.

Suchen und Ersetzen

 + 	Kommando zum Suchen und Ersetzen ohne Muster
 +  query-replace-r 	Suchen und Ersetzen mit Muster

Platzhalter im Suchtext: siehe Seite 1038

Platzhalter im Ersetzen-Text (für die Variante mit Muster)

\&	Platzhalter für den gesamten gefundenen Text
\1	Platzhalter für die erste \ (. . . \)-Gruppe im Suchtext

Wie aus der obigen Syntaxübersicht hervorgeht, können beim Suchen und Ersetzen mit Mustern auch in der Ersetzen-Zeichenkette Platzhalter des Musters angegeben werden. Damit lassen sich sehr komplexe Operationen effizient durchführen. Zur Veranschaulichung ein Beispiel:

`funktion(\([^\,]*\),\([^\,]*\))` ersetzen durch `funktion(\2,\1)`: Bei jedem Aufruf von `funktion` werden die beiden Parameter vertauscht. Aus `funktion(a+b,2*e)` wird daher `funktion(2*e,a+b)`. Einzige Bedingung: In den Parametern der Funktion dürfen keine Kommata auftreten. Beim Vertauschen der Parameter in `funktion(f(a,b), g(x,y))` versagt das Kommando.

Verwenden Sie das Kommando zum Suchen und Ersetzen mit Mustern zunächst mit Vorsicht, und speichern Sie zuvor Ihren Text. Gerade bei den ersten Versuchen kommt es häufig vor, dass mit dem Suchmuster ganz andere (oft viel größere) Texte erfasst werden, als Sie geplant haben. (Mit `(Strg)+⌵` (Undo) können Sie ein fehlerhaftes Ersetzen-Kommando Schritt für Schritt wieder rückgängig machen.)

Tastenkürzel zur Bearbeitung des gefundenen Texts

<code>(Leertaste)</code> oder <code>(Y)</code>	ersetzen, Suche fortsetzen
<code>(.)</code>	ersetzen, aber Cursor stehen lassen (damit das Ergebnis kontrolliert werden kann; wenn ok, kann das Kommando mit <code>(Leertaste)</code> fortgesetzt werden)
<code>(←)</code> oder <code>(N)</code>	nicht ersetzen, Suche fortsetzen
<code>(Esc)</code>	nicht ersetzen, Kommando abbrechen
<code>(!)</code>	alle weiteren Ersetzungen ohne Rückfrage durchführen (Vorsicht!)
<code>(Strg)+(R)</code>	Kommando vorläufig unterbrechen, um an der aktuellen Cursorposition eine manuelle Korrektur vorzunehmen (recursive edit)
<code>(Strg)+(Alt)+(R)</code>	Kommando wieder aufnehmen

24.9 Puffer und Fenster

Natürlich können Sie mit dem Emacs mehrere Texte gleichzeitig bearbeiten. Dabei wird jeder Text in einem so genannten Puffer verwaltet. Selbst wenn Sie mit nur einem Text arbeiten, existieren zumeist mehrere Puffer: einer für den Text (der Name des Puffers stimmt mit dessen Dateinamen (ohne Pfad) überein), einer für ein irgendwann geöffnetes Info- oder Hilfefenster (Puffername `*info*` oder `*help*`), einer für die zuletzt angezeigte Liste mit möglichen Kommandos, die durch `(Tab)` ergänzt wurden (`*completions*`), einer für die Abkürzungsliste (`*abbrevs*`, wenn irgendwann `(Alt)+(X)` `edit-abbrevs` ausgeführt worden ist; siehe unten) etc.

Neben dem Begriff des Puffers kennt der Emacs auch Fenster: Ein Fenster ist ein Bereich des Bildschirms, in dem ein Puffer angezeigt wird.

Normalerweise wird nur ein einziges Fenster verwendet, das den gesamten zur Verfügung stehenden Raum nutzt. Bei der Ausführung mancher Kommandos (z. B. zur Anzeige von Hilfe- oder anderen Emacs-internen Informationen) wird der Bildschirm horizontal in zwei Fenster geteilt. Auch eine Unterteilung in mehrere horizontale oder vertikale Streifen ist möglich. Dabei kann in jedem Bereich (Fenster) ein anderer Puffer angezeigt werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, in zwei Fenstern denselben Puffer darzustellen. (Das ist vor allem bei sehr langen Texten praktisch: Sie können so zwei unterschiedliche Abschnitte des Textes bearbeiten, ohne ständig umständliche Cursor-Bewegungen durchführen zu müssen.)

HINWEIS

Der Fensterbegriff in Emacs hat nichts mit einem X-Fenster zu tun, sondern meint nur einen Teilbereich innerhalb eines Fensters. Wenn Sie tatsächlich ein weiteres X-Fenster des Emacs benötigen (etwa um zwei Programmlistings bequem parallel zu bearbeiten), können Sie das leicht mit `FILE|NEW FRAME` erreichen.

Die folgenden Kommandos beziehen sich auf das gerade aktuelle Fenster (also auf das Fenster, in dem der Cursor steht). Die Kommandos wechseln den Puffer, der in diesem Fenster angezeigt wird.

Pufferkommandos

<code>(Strg)+(X), (B), (←)</code>	aktiviert den zuvor verwendeten Puffer
<code>(Strg)+(X), (B), name (←)</code>	aktiviert den angegebenen Puffer
<code>(Strg)+(X), (Strg)+(B)</code>	zeigt in einem Fenster die Liste aller möglichen Puffer an; das Fenster kann mit <code>(Strg)+(X), (1)</code> wieder gelöscht werden
<code>(Strg)+(X), (K), name (←)</code>	löscht den angegebenen Puffer; wenn der Puffer eine noch nicht gespeicherte Datei enthält, erscheint eine Sicherheitsabfrage

Die folgenden Kommandos wirken sich nur auf die Anzeige der Puffer in verschiedenen Bildschirmbereichen (Fenstern) aus. Die Trennlinie zwischen den Fenstern kann mit der Maus bewegt werden.

Fensterkommandos

<code>(Strg)+(X), (O)</code>	springt zum nächsten Fenster ('Oh')
<code>(Strg)+(X), (0)</code>	löscht das aktuelle Fenster ('Null')
<code>(Strg)+(X), (1)</code>	löscht alle Fenster außer dem, in dem der Cursor steht
<code>(Strg)+(X), (2)</code>	teilt das aktuelle Fenster in zwei horizontale Bereiche
<code>(Strg)+(X), (3)</code>	teilt das aktuelle Fenster in zwei vertikale Bereiche
<code>(Strg)+(X), (<)</code>	verschiebt den Fensterinhalt nach links
<code>(Strg)+(X), (>)</code>	verschiebt den Fensterinhalt nach rechts

Die Puffer werden durch das Löschen eines Fensters nicht berührt (sie werden zwar unsichtbar, bleiben aber weiterhin im Speicher und können jederzeit wieder angezeigt werden).









24.10 Besondere Bearbeitungsmodi, Syntaxhervorhebung

Ein besonderes Merkmal des Emacs besteht darin, dass zahlreiche Bearbeitungsmodi existieren, die die Funktionalität des Editors verändern und jeweils einige zusätzliche Spezialkommandos zur Verfügung stellen. Damit wird der Emacs optimal an den jeweiligen Texttyp angepasst. Wenn der Emacs unter X verwendet wird, kann je nach Modus auch eine farbliche Kennzeichnung des Textes (Hervorhebung von Schlüsselwörtern und Kommentaren) erfolgen (siehe Seite 1043).

Der Emacs unterscheidet zwischen Haupt- und Nebenmodi. Es kann immer nur ein Hauptmodus aktiv sein. Dieser Modus wird automatisch entsprechend der Kennung des Dateinamens und nach Schlüsselwörtern im Text gewählt. Der Hauptmodus kann durch keinen, einen oder mehrere Nebenmodi ergänzt werden. Für jede im Emacs bearbeitete Datei (für jeden Puffer) gilt eine eigene Moduseinstellung. Die manuelle Veränderung des Modus wirkt sich immer nur auf den gerade aktuellen Puffer aus. Durch den Wechsel in einen anderen Hauptmodus wird der bisherige Modus deaktiviert. Das Ein- oder Ausschalten eines Nebenmodus verändert den Hauptmodus nicht.

Die folgenden Tabellen zählen ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit einige wichtige Haupt- und Nebenmodi des Emacs auf.

Einige wichtige Emacs-Hauptmodi

(Alt)+(X) fundamental-mode 	Standardmodus (Defaulteinstellung)
(Alt)+(X) text-mode 	Modus zur bequemen Einrückung von Text (siehe Seite 1036)
(Alt)+(X) c-mode 	C-Modus
(Alt)+(X) c++-mode 	C++-Modus
(Alt)+(X) emacs-lisp-mode 	Emacs-Lisp-Dateien bearbeiten (z. B. ~/ .emacs)
(Alt)+(X) html-mode 	HTML-Modus
(Alt)+(X) latex-mode 	L ^A T _E X-Modus
(Alt)+(X) sh-mode 	Modus zur Bearbeitung von Shell-Scripts

Einige wichtige Emacs-Nebenmodi

(Alt)+(X) auto-fill-mode (←)	Fließtextmodus (automatischer Wortumbruch; siehe Seite 1035)
(Alt)+(X) font-lock-mode (←)	farbige Syntaxmarkierung (siehe Seite 1043)
(Alt)+(X) abbrev-mode (←)	Abkürzungsmodus (automatische Expansion von Abkürzungen; Seite 1044)
(Alt)+(X) iso-accents-mode (←)	Eingabe fremdsprachiger Sonderzeichen (siehe Seite 1047)

Neben den hier aufgezählten Modi existieren zahllose weitere Haupt- und Nebenmodi, unter anderem für die meisten unter Linux verfügbaren Programmiersprachen. Eine Übersicht gibt **(F1)**, **(A)** mode **(←)**. Informationen zum gerade aktiven Hauptmodus gibt **(F1)**, **(M)**.

Tip

Der Emacs versucht beim Laden einer Datei aus der Dateikennung und dem Inhalt der ersten Zeilen automatisch zu erkennen, um welchen Dateityp es sich handelt, und aktiviert dann den entsprechenden Modus. Nur wenn das nicht klappt, müssen Sie den Modus wie oben beschrieben manuell aktivieren.

Wenn die automatische Aktivierung nicht funktioniert, können Sie auch in der ersten Zeile der Datei einen Kommentar einfügen, der die Zeichen `*- * name *- *` enthält. Statt `name` müssen Sie den Namen des gewünschten Modus angeben (also etwa `*- * html *- *`).

Syntaxhervorhebung

Das vielleicht attraktivste Merkmal der Bearbeitungsmodi ist das so genannte Syntax-Highlighting. Dabei werden Kommandos, Kommentare etc. durch Farben oder Schriftattribute gekennzeichnet. Programmcode, \LaTeX -Dokumente etc. gewinnen dadurch erheblich an Übersichtlichkeit.

Syntax-Highlighting ist aus Geschwindigkeitsgründen per Default deaktiviert. Um eine Datei so auszuzeichnen, muss nach der Aktivierung des jeweiligen Hauptmodus **(Alt)+(X)** font-lock-mode ausgeführt werden: Der Emacs analysiert jetzt den gesamten Text und markiert die gefundenen Elemente farbig bzw. durch Schriftattribute.

Wenn Sie möchten, dass die Syntaxhervorhebung bei allen Bearbeitungsmodi automatisch erfolgt, müssen Sie für den GNU Emacs in `~/ .emacs` die folgende Zeile einfügen:

```
; ~/ .emacs für GNU Emacs
; Syntax-Highlighting automatisch aktivieren (für Texte bis ca. 200 KB)
(global-font-lock-mode t)
(setq-default font-lock-maximum-size 200000)
```

Beim XEmacs sieht die Konfiguration ein wenig anders aus:

```
; ~/.emacs für XEmacs
; Syntax-Highlighting automatisch aktivieren (für Texte bis ca. 200 KB)
(require 'font-lock)
(setq font-lock-auto-fontify t)
(setq-default font-lock-maximum-size 2000000)
```

Bei sehr langen Texten (Limit je nach `font-lock-maximum-size`) wird die Syntaxkennzeichnung aus Geschwindigkeitsgründen dennoch nicht automatisch durchgeführt. Außerdem kann es nach Änderungen im Text vorkommen, dass die Syntaxkennzeichnung nicht mehr stimmt. In beiden Fällen müssen Sie **(Alt)+(X)** `font-lock-mode` manuell ausführen. Da ich dieses Kommando recht oft benötige, habe ich dafür in `~/.emacs` ein Tastaturkürzel definiert:

```
; in ~/.emacs: F4 = Syntaxkennzeichnung
(global-set-key [f4] 'font-lock-fontify-buffer)
```

24.11 Fortgeschrittene Funktionen

Abkürzungen

Eine besondere Eigenschaft des Emacs besteht darin, dass Sie ohne jede Vorarbeit Abkürzungen verwenden können. Dazu geben Sie die ersten Buchstaben eines Wortes ein und drücken anschließend **(Alt)+(I)**. Der Emacs sucht daraufhin zuerst im vorangehenden, dann im nachfolgenden Text und schließlich in allen geöffneten Dateien nach Wörtern, die mit diesen Zeichen beginnen. Wenn Sie an dieser Stelle im Text **(Alt)+(I)** eingeben, ersetzt der Emacs 'Um' durch 'Umgebung'. Wenn Sie **(Alt)+(I)** öfter drücken, bietet der Emacs weitere mögliche Ergänzungen an, etwa 'Umgang' und 'Umgehen'.

Dynamische Erweiterungen funktionieren nur, wenn sich ein Wort bereits im Text einer geladenen Datei befindet (es muss nicht die aktuelle Datei sein) und wenn die Anfangsbuchstaben übereinstimmen. Für manche Fälle ist das nicht ausreichend. Zum E-Mail- und Briefeschreiben wäre es beispielsweise praktisch, wenn der Emacs 'mfg' durch 'Mit freundlichen Grüßen' ersetzen würde.

Der Emacs unterstützt auch solche vordefinierten Abkürzungen. Leider ist die Definition solcher Abkürzungen ziemlich umständlich: Sie müssen zuerst in Ihrem Text die Abkürzungszeichen (z. B. `sgdh`) eintippen, dann das Kommando **(Strg)+(X)**, **(A)**, **(I)**, **(G)** aufrufen, den vollständigen Text (z. B. 'Sehr geehrte Damen und Herren!') eingeben und schließlich **(⇐)** drücken. Damit ist die Abkürzung gespeichert; die ursprünglich eingegebenen Zeichen `sgdh` werden sofort durch den neuen Text ersetzt.

Wenn Sie nun in Ihrem Text abermals `sgdh` eingeben und unmittelbar anschließend das Kommando **(Strg)+(X)**, **(A)**, **(E)** aufrufen (`abbreviation expand`), ersetzt der Emacs die vier Buchstaben durch 'Sehr geehrte Damen und Herren!'.

Es geht aber noch einfacher: Mit dem Kommando $(\text{Alt})+(\text{X})$ `abbrev-mode` (\leftarrow) können Sie den Abkürzungsmodus aktivieren. Von jetzt an ersetzt der Emacs alle Abkürzungen automatisch durch den vollständigen Text, wenn Sie unmittelbar hinter der Abkürzung ein Leer- oder Interpunktionszeichen eingeben. (Sie müssen den Emacs also nicht mehr explizit dazu auffordern, eine Abkürzung zum vollen Text zu erweitern.) Wegen dieser automatischen Erweiterung der Abkürzungen müssen Sie die Abkürzungen so definieren, dass sie für sich kein eigenes Wort darstellen (weil dieses Wort sonst immer durch den Abkürzungstext ersetzt würde).

Die Liste aller definierten Abkürzungen können Sie sich mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ `edit-abbrevs` (\leftarrow) ansehen. Diese Liste enthält in der ersten Spalte (in Hochkommata eingeschlossen) die Abkürzungen, in der zweiten Spalte eine Zahl, die angibt, wie oft die Abkürzung schon verwendet wurde, und in der dritten Spalte (wiederum in Hochkommata) den vollständigen Text. Die Abkürzungsliste ist in mehrere Abschnitte für verschiedene Emacs-Bearbeitungsmodi gegliedert. Mit dem oben beschriebenen Kommando werden Abkürzungen immer global definiert, d. h. sie funktionieren unabhängig vom Bearbeitungsmodus und werden im Abschnitt `global-abbrev-table` gespeichert.

```
(c-mode-abbrev-table)
(text-mode-abbrev-table)
(lisp-mode-abbrev-table)
(fundamental-mode-abbrev-table)
(global-abbrev-table)
"ret"          6   "\\keys{\\hookleftarrow$}"
"stg"          19  "\\keys{Strg}+\\keys{"
"lt"           25  "\\keys{Alt}+\\keys{"
"ky"           22  "\\keys{"
```

Prinzipiell können Sie diese Abkürzungsliste nicht nur ansehen, sondern auch verändern. Das Löschen von Abkürzungen funktioniert problemlos, Sie müssen lediglich die betreffende Zeile mit $(\text{Strg})+(\text{K})$ entfernen. In der Regel ist es auch möglich, selbst neue Abkürzungen einzugeben oder vorhandene Abkürzungen zu ändern, sofern Sie sich an die Syntax von Emacs halten. (Beachten Sie besonders, dass das Zeichen `\` doppelt angegeben werden muss, damit es einmal in den Text eingefügt wird!) Anschließend müssen Sie die geänderte Abkürzungsliste mit $(\text{Strg})+(\text{X})$, $(\text{Strg})+(\text{S})$ Emacs-intern speichern. $(\text{Strg})+(\text{X})$, (B) führt zum eigentlichen Text zurück.

Abkürzungen

$(\text{Alt})+(\text{I})$

$(\text{Strg})+(\text{X})$, (A) , (I) , (G) `text` (\leftarrow)

$(\text{Strg})+(\text{X})$, (A) , (E)

$(\text{Alt})+(\text{X})$ `edit-abbrevs` (\leftarrow)

$(\text{Alt})+(\text{X})$ `edit-abbrevs` (\leftarrow)

$(\text{Strg})+(\text{X})$, $(\text{Strg})+(\text{S})$, $(\text{Strg})+(\text{X})$, (B) , (\leftarrow)

dynamische Erweiterung eines Wortes
definiert zum zuvor eingegebenen
Kürzel einen globalen Abkürzungstext
manuelle Expansion einer Abkürzung
aktiviert den Abkürzungsmodus
(automatische Expansion)
Abkürzungstabelle editieren
Abkürzungstabelle Emacs-intern
speichern, zurück zum Text

Abkürzungen gelten üblicherweise nur bis zum Verlassen des Emacs. Die Abkürzungsliste wird in einem Puffer im RAM, nicht aber in einer Datei gespeichert. Im Regelfall wäre es aber wünschenswert, wenn einmal definierte Abkürzungen später wiederverwendet werden könnten. Daher bietet der Emacs die Kommandos (Alt)+(X) `write-abbrev-file` bzw. (Alt)+(X) `read-abbrev-file` zum Speichern bzw. Laden von Dateien mit den Abkürzungsdefinitionen an.

Den Umgang mit Abkürzungen automatisieren

Die oben vorgestellten Kommandos sind für die Praxis zu unhandlich. Fügen Sie daher die folgenden Zeilen in Ihre `~/ .emacs`-Datei ein:

```
; in ~/.emacs
; falls noch keine Abkürzungsdatei existiert: erzeugen
(if (not (file-exists-p "~/ .abbrev_defs"))
    (write-abbrev-file "~/ .abbrev_defs"))
; Abkürzungsdatei laden
(read-abbrev-file "~/ .abbrev_defs")
; Änderungen automatisch speichern
(setq save-abbrevs t)

(defun expand-abbrev-or-dabbrev()           ; Expansion von Abkürzung: F3
  (interactive)
  (if (not (expand-abbrev))                ; falls keine Abkürzung
      (progn                               ; existiert
        (dabbrev-expand nil)))             ; dynamische Expansion
  (global-set-key [f3]
    'expand-abbrev-or-dabbrev)             ; F3 Abkürzung erweitern
```

Damit erreichen Sie, dass Abkürzungen beim Start von Emacs aus `~/ .abbrev_defs` geladen und beim Verlassen des Emacs auch wieder dort gespeichert werden. Außerdem kann mit (F3) eine Abkürzung erweitert werden. `expand-abbrev-or-dabbrev` versucht zuerst, eine Abkürzung aus der Abkürzungstabelle zu verwenden. Wenn dort keine geeignete Abkürzung gefunden wird, ruft das Makro `dabbrev-expand` auf, um eine dynamische Expansion durchzuführen. Damit kann (F3) gleichzeitig für vordefinierte Abkürzungen und zur dynamischen Expansion verwendet werden.

Eingabe fremdsprachiger Sonderzeichen

Ab Seite 1019 wurde beschrieben, wie der Emacs konfiguriert werden muss, damit deutsche Sonderzeichen eingegeben werden können. Dabei wurde natürlich vorausgesetzt, dass eine deutsche Tastatur zur Verfügung steht. Aber was tun Sie, wenn Sie mit einer Tastatur mit US-Layout (oder einer anderen Tastatur ohne deutsche Sonderzeichen) arbeiten? Oder wenn Sie auf einer deutschen Tastatur Zeichen wie á, à, â, ã oder ç eingeben möchten?

Für solche Fälle gibt es natürlich einen eigenen Emacs-Modus: Mit **(Alt)+(X)** `iso-accents-mode` aktivieren Sie einen speziellen Eingabemodus. Die Tasten **Ö**, **ö**, **‘** und **’** haben jetzt eine neue Bedeutung: Wird direkt anschließend ein passender Buchstabe eingegeben, verbindet der Emacs die beiden Zeichen zu einem neuen Buchstaben. Die Eingabe **Ö****O** liefert also den Buchstaben **Ö**, **ö****S** ein **ß**. Wenn Sie ein **"** eingeben müssen, geben Sie einfach nach **ö** ein zusätzliches Leerzeichen ein.

Neue Emacs-Versionen mit MULE (*MULTi-lingual Enhancement*) kennen darüber hinaus eine Menge weiterer Möglichkeiten zur Eingabe fremdsprachiger Zeichen. Führen Sie das Kommando **(Alt)+(X)** `select-input-method` aus, und drücken Sie dann **(Tab)**. Emacs zeigt eine Liste mit über 50 Möglichkeiten an! Die Variante `latin-1-prefix` entspricht im Wesentlichen dem oben erwähnten `iso-accents-mode`.

Emacs als Shell verwenden

Mit dem Kommando **(Alt)+(X)** `shell` aktivieren Sie den Shell-Modus. Der Emacs öffnet ein neues Fenster und ermöglicht es Ihnen, darin beliebige Kommandos auszuführen. Das Ergebnis der Kommandos wird in einem Puffer gespeichert und kann mit allen Kommandos des Editors weiterverarbeitet werden! Sie können die Ergebnisse eines Kommandos problemlos in einen anderen Text kopieren, können sich auch bei einem zehnsseitigen Dateilisting in Ruhe nochmals alle Einträge ansehen, mit **(Strg)+(S)** nach bestimmten Texten suchen etc.

Der Shell-Modus kombiniert also die Textverarbeitungsmöglichkeiten des Emacs mit der Kommandovielfalt der Shell. Wenn Sie eine Zeile ändern und mit **(←)** abschließen, wird diese Zeile als neues Kommando interpretiert. Auf diese Weise können Sie falsch geschriebene Kommandos korrigieren oder bereits ausgeführte Kommandos in einer anderen Variante nochmals ausführen.

Leider treten bei der Kommunikation zwischen dem Emacs und einigen Shell-Kommandos Probleme auf – und zwar immer dann, wenn die Kommandos besondere Terminalkommandos verwenden möchten, die der Emacs nicht zur Verfügung stellen kann. Ein typisches Beispiel ist `less` (das Sie aber im Emacs ohnedies nicht benötigen; falls doch, können Sie `more` verwenden).

Client/Server-Betrieb

Wer den GNU Emacs intensiv verwendet, wird allmählich einen Großteil der Arbeit unter Linux damit erledigen – ganz gleich, ob nur schnell eine Textdatei angesehen oder verändert werden soll, ob eine E-Mail verfasst oder ein komplexes Programmierprojekt verwaltet werden muss. Nun macht es aber keinen Sinn, den Emacs für jede Kleinigkeit neu zu starten – das kostet Zeit (und eine Menge Speicherplatz, falls das Programm mehrfach gleichzeitig gestartet wird).

Um diese Nachteile zu vermeiden, kann der GNU Emacs mit $(\text{Alt})+(\text{X})$ `server-start` in einen speziellen Server-Modus versetzt werden. (Das Kommando kann auch in der Konfigurationsdatei `~/.emacs` oder mit der Kommandozeilenoption `-f server-start` ausgeführt werden. Ein vergleichbares Kommando für den XEmacs existiert leider nicht.)

An der Verwendung des GNU Emacs ändert sich dadurch nichts. Neu ist nur, dass Sie jetzt mit `emacsclient datei` einen neuen Emacs-Client starten können. Die jeweilige Datei wird einfach im laufenden Emacs angezeigt. (Wenn Sie im Textmodus arbeiten, müssen Sie in die jeweilige Konsole wechseln; unter X müssen Sie in das Emacs-Fenster wechseln.)

Zum Beenden eines Emacs-Clients existiert ein neues Kommando: $(\text{Strg})+(\text{X}), (\#)$. $((\text{Strg})+(\text{C}))$ darf nicht verwendet werden, weil damit auch der Emacs-Server beendet würde.)

Damit der Emacs-Client von verschiedenen Programmen automatisch aufgerufen wird, müssen Sie in `/etc/profile` oder in `~/.profile` die Umgebungsvariablen `EDITOR` und `VISUAL` mit `emacsclient` voreinstellen.

Einige Programme müssen individuell konfiguriert werden, damit zum Editieren einer Datei der Emacs-Client aufgerufen wird. Beim E-Mail-Programm `pine` muss beispielsweise die folgende Zeile in `~/.pinerc` geändert werden:

```
# in ~/.pinerc
editor=emacsclient
```

Der Emacs kann nun zum Verfassen von E-Mail mit $(\text{Strg})+(\text{C})$ aufgerufen werden. Analoge Konfigurationsschritte sind für viele andere Programme möglich.

24.12 Konfiguration per Mausklick

Unzählige Optionen und Modi des Emacs können voreingestellt werden. Dazu führen Sie $(\text{Alt})+(\text{X})$ `customize-browse` aus. Der Emacs zeigt daraufhin ein hierarchisches Menü an, das mit der mittleren Maustaste bedient werden kann. Wenn Sie ein wenig in diesem Menü navigieren, erhalten Sie rasch einen guten Eindruck davon, wie riesig die Konfigurationsmöglichkeiten sind.

Wenn Sie eines der Icons anklicken, wird in einem zweiten Fenster die entsprechende Option mit einem kurzen Hilfetext angezeigt und kann dort verändert werden. Maus-

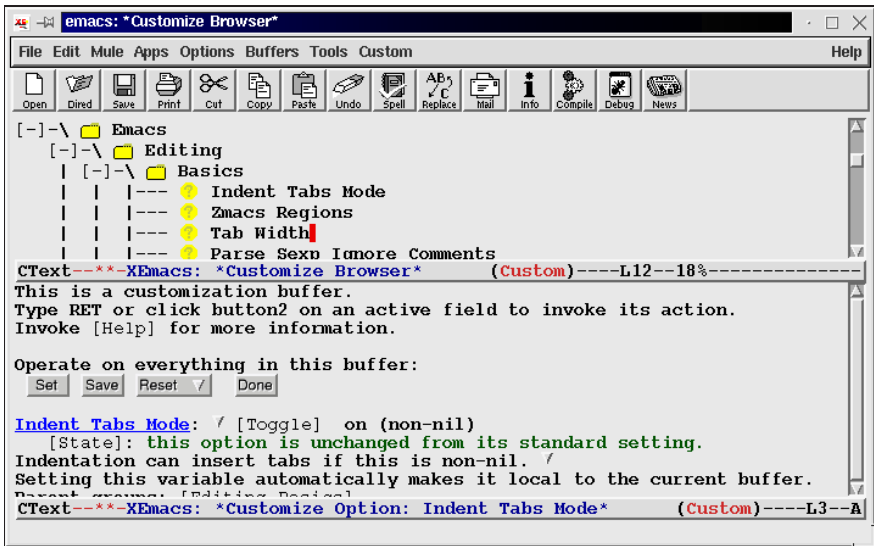


Abbildung 24.3: Komfortable Emacs-Konfiguration

operationen sind im GNU Emacs immer mit der mittleren Maustaste durchzuführen; nur im XEmacs kann fallweise auch die linke Maustaste verwendet werden.

VORSICHT

Die Veränderungen werden erst wirksam, wenn Sie den Button SET anklicken. Die Änderungen gelten jetzt allerdings nur für das laufende Programm. Wenn Sie die Änderung bleibend speichern möchten, müssen Sie SAVE anklicken – und zwar für jede durchgeführte Änderung! Die Einstellungen werden in der Datei `~/.emacs` gespeichert.

`customize-browse` steht sowohl im GNU Emacs als auch im XEmacs zur Verfügung. Beim XEmacs sind die Menüs und Konfigurationsmöglichkeiten aber optisch ansprechender und übersichtlicher gestaltet. Der GNU Emacs verzichtet in der aktuellen Version noch auf Icons und stellt dieselben Informationen als ASCII-Text dar. Die in `~/.emacs` gespeicherten Einstellungen gelten automatisch für beide Emacs-Versionen (GNU und XEmacs).

Zu `customize-browse` gibt es noch einige Varianten:

- `(Alt)+(X)` `customize` ermöglicht dieselben Einstellungen, allerdings müssen Sie sich durch viel unübersichtlichere Dialoge arbeiten. (`customize` ist der Vorgänger von `customize-browse`.)
- Beim XEmacs können Sie die `customize`-Einstellungen auch in einem unglaublich verschachtelten Menü durchführen, das mit `OPTIONS|CUSTOMIZE|EMACS` beginnt.
- Alternativ dazu können Sie beim XEmacs viele Einstellungen mit den restlichen Einträgen des `OPTIONS`-Menüs durchführen. Vergessen Sie nicht, diese Einstellungen mit `OPTIONS|SAVE OPTIONS` auch zu speichern!

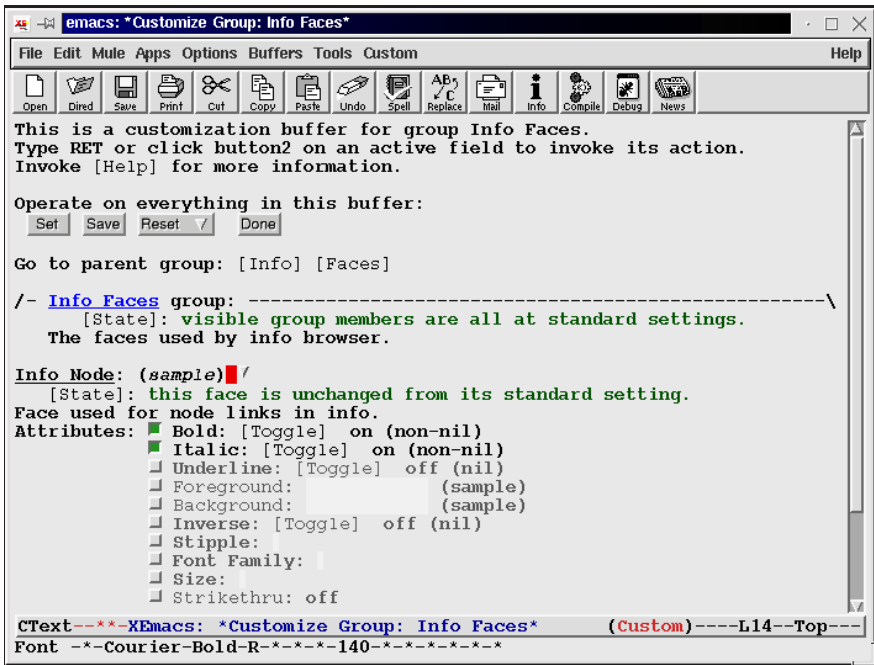


Abbildung 24.4: Veränderung der Schriftattribute für Überschriften im Info-Modus

Das OPTIONS-Menü ist keine weitere Variante zum OPTIONS|CUSTOMIZE|EMACS-Submenü, sondern eine im Verlauf der XEmacs-Entwicklung entstandene Alternative. Die Einstellungen werden in `.xemacs-options` gespeichert (nicht in `~/.emacs`) und gelten nur für den XEmacs (nicht für die GNU-Version). Je nachdem, ob sich die Zeilen zum Laden von `.xemacs-options` vor oder nach den anderen Optionen in `~/.emacs` befinden, haben entweder die Menü- oder die customize-Einstellungen Vorrang. Um Konflikte und Verwirrung zu vermeiden, sollten Sie die OPTIONS- und CUSTOMIZE-Einstellungen nicht parallel verwenden. Entscheiden Sie sich für eine der beiden Varianten!

Noch viel mehr Konfigurationsmöglichkeiten haben Sie, wenn Sie sich auf die Emacs-Lisp-Programmierung einlassen. Damit können Sie in der Konfigurationsdatei `~/.emacs` eigene Kommandos, Tastenkürzel etc. definieren. Ein Beispiel für eine derartige Konfigurationsdatei sowie eine kurze Einführung in die Emacs-Lisp-Programmierung (als PDF-Dokument) finden Sie auf meiner Website: www.kofler.cc.

Kapitel 25

L^AT_EX 2_ε

T_EX ist ein Satzprogramm, das vor allem in der Unix-Welt sehr stark verbreitet ist. Es wurde zur Erstellung wissenschaftlicher Texte konzipiert und ist frei verfügbar. T_EX hat den Nachteil, dass es relativ kompliziert ist. Aus diesem Grund existiert zu T_EX das Makropaket L^AT_EX, das die Formatierung von Texten etwas vereinfacht. Mit L^AT_EX können Sie vom Brief bis hin zu einem Buch beinahe jeden beliebigen Text schreiben.

Im Mittelpunkt dieses Kapitels steht die aktuelle L^AT_EX-Version, nämlich L^AT_EX 2_ε. Linux stellt auf einem PC die ideale Arbeitsumgebung für L^AT_EX dar: Erstens ist L^AT_EX zusammen mit wichtigen Zusatzprogrammen (etwa `dvips` und `ghostview`) ein fester Bestandteil aller Linux-Distributionen – daher entfällt das sonst nicht unerhebliche Problem, eine L^AT_EX-Version für DOS oder gar für Windows zu beschaffen und zu installieren. Zweitens ermöglicht die Multitasking-Umgebung von Linux ein effizientes Arbeiten.

Dieses Kapitel ist ein Schnelleinstieg in L^AT_EX und fasst die wichtigsten L^AT_EX-Anweisungen zusammen. Hierbei stehen vor allem die formalen und zum Teil Linux-spezifischen Aspekte der Bedienung von L^AT_EX im Vordergrund, also der Ausdruck von L^AT_EX-Dateien, Probleme mit Zeichensätzen etc.

25.1 Einführung

Die besonderen Vorzüge von L^AT_EX gegenüber anderen Programmen bestehen grandiosen Formelsatz ($\pi \sum_{i=1}^n \frac{a_i x^i}{i!}$) und in der überragenden Satzqualität (automatischer Zeichenausgleich). Beispielsweise wird in 'Vektor' wird das 'e' näher an das 'V' gerückt. L^AT_EX hat aber auch Nachteile: Die Bedienung des Programms ist steinzeitlich. Scheinbar triviale Dinge wie Trennungen oder Seitenumbrüche müssen oft in einem mühseligen Prozess manuell verändert werden, wenn L^AT_EX standardmäßig nicht die gewünschten Resultate liefert.

Kurz einige Worte zur Herkunft von T_EX und L^AT_EX: T_EX wurde in seiner ursprünglichen Form von Donald Knuth programmiert, das dazugehörige Makropaket L^AT_EX von Leslie Lamport. Seit Leslie Lamport die L^AT_EX-Weiterentwicklung mit Version 2.09 eingestellt hat, sind es vor allem Frank Mittelbach und Rainer Schöpf, denen die aktuelle Version L^AT_EX 2_ε und die Pläne zur Weiterentwicklung in Richtung L^AT_EX 3 zu verdanken sind.

L^AT_EX und die wichtigsten Hilfsprogramme

L^AT_EX ist ein Satzprogramm und kein Textverarbeitungsprogramm. Der Unterschied besteht darin, dass L^AT_EX nicht mit einem eigenen Editor ausgestattet ist. Vielmehr muss der zu setzende Text als ganz normale Textdatei mit einem beliebigen Editor geschrieben werden. Daraus ergibt sich auch, dass L^AT_EX kein WYSIWYG-Programm ist – ganz im Gegenteil: Sämtliche Satzanweisungen müssen in einer ziemlich unübersichtlichen Syntax im Text angegeben werden. Wenn Sie beispielsweise ein Wort klein schreiben möchten, lautet die L^AT_EX-Syntax hierfür `\small klein`.

Der nächste Schritt nach der Texteingabe in einem Editor besteht darin, aus der Textdatei (Kennung `*.tex`) eine DVI-Datei zu erstellen (Kennung `*.dvi`). Dabei handelt es sich um eine Datei, in der alle Anweisungen für das Seitenlayout in einer drucker- bzw. device-unabhängigen Sprache angegeben werden.

Die DVI-Datei wird durch das Programm L^AT_EX erzeugt. Das Kommando `latex datei` macht also nichts anderes, als die angegebene Textdatei zu lesen und daraus eine gleichnamige Datei mit der Kennung `.dvi` zu erstellen. Dabei kommt es häufig zu Fehlermeldungen, die auf Syntaxfehler in der L^AT_EX-Datei zurückzuführen sind. Einige Informationen zum Umgang mit Fehlermeldungen und zur Fehlersuche finden Sie auf Seite 1054.

Sobald die DVI-Datei vorliegt, kann sie mit den Programmen `xdvi` oder `kdvi` (KDE) am Bildschirm betrachtet werden. Wenn Sie die Datei ausdrucken möchten, ist noch ein weiterer Arbeitsschritt erforderlich – die Umwandlung der DVI-Datei in das Format des jeweiligen Druckers. Während mit der DOS-Version von L^AT_EX (insbesondere mit emT_EX) zahlreiche Programme mitgeliefert werden, mit denen DVI-Dateien in das Format spezifischer Drucker umgewandelt werden können, dominiert unter Linux ein einziges Programm: `dvips` wandelt die DVI-Datei in eine PostScript-Datei um.

PostScript-Dateien können mit `ghostview`, `gv`, `ggv` oder `kghostview` am Bildschirm betrachtet werden. Das Programm erfüllt damit eine ähnliche Funktion wie `xdvi`. Falls Sie Ihren Drucker korrekt konfiguriert haben (siehe Seite 401), können Sie die PostScript-Datei nun ausdrucken. Im Einzelnen sieht der Weg von der Textdatei `test.tex` im \LaTeX -Format bis hin zum Ausdruck folgendermaßen aus:

```
user$ latex test                                #liefert test.dvi
user$ dvips -o test.ps test                     #liefert test.ps
user$ ghostview test.ps &                      #Ergebnis überprüfen
user$ lpr test.ps                              #Ausdruck
```

Während der Ausführung von `dvips` oder `xdvi` müssen beim ersten Mal neue Zeichensätze generiert werden. Die beiden Kommandos starten dazu automatisch das Programm `mf` (metafont). Hintergrundinformationen zum Thema Metafont und zu PostScript-Zeichensätzen finden Sie ab Seite 1090.

VERWEIS

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels steht das Programm \LaTeX im Vordergrund. `dvips` sowie `xdvi` und `kdvi` werden am Ende des Kapitels vorgestellt. Werkzeuge zum Anzeigen, Bearbeiten und Drucken von PostScript-Dateien werden in Kapitel 10 vorgestellt. Dem Programm `LyX` ist ebenfalls ein eigenes Kapitel gewidmet, das auf Seite 1103 beginnt.

Online-Dokumentation zu \LaTeX

Die Online-Dokumentation zu \LaTeX ist eher unübersichtlich, stark von der gewählten Distribution abhängig (siehe unten) und richtet sich außerdem zumeist an erfahrene \LaTeX -Anwender. Die man-Seiten beschreiben ganz kurz den Aufruf der Programme `TeX`, `TeX` etc., geben aber keine Informationen zur Syntax von \LaTeX -Dokumenten. Eine gute Einführung gibt `lshort2e.dvi` (englisch) bzw. `lkurz.dvi` (deutsch). Sehr brauchbar ist auch der englische Text `essential.dvi`. Die Dateien `usrguide.tex`, `fntguide.tex` und `clsguide.tex` fassen auf ca. 80 Seiten die Änderungen von $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ gegenüber \LaTeX 2.09 zusammen. Dabei werden aber gute Kenntnisse von \LaTeX 2.09 vorausgesetzt. (Verwenden Sie `locate`, um die Dateien auf Ihrem Rechner zu finden.)

\LaTeX im Internet

Auch wenn die mit Linux mitgelieferten \LaTeX -Distributionen schon unüberschaubar groß sind, gibt es noch weit mehr \LaTeX -Utilities, Erweiterungen und Speziallayouts (etwa zum Dokumentieren von Schachstellungen, zum Notensatz etc.). Zur Sammlung dieser \LaTeX -Erweiterungen haben sich drei Internet-Server unter dem Namen CTAN (Comprehensive TeX Archive Network) zusammengetan. Daneben gibt es eine Menge weiterer Internet-Server, die das gesamte Archiv oder zumindest Teile davon spiegeln.

```
http://www.latex-project.org/
http://www.dante.de
ftp://ftp.dante.de/tex-archive
ftp://ftp.tex.ac.uk/tex-archive
```

Fehlersuche in L^AT_EX-Texten

Der erste Kontakt mit dem Programm L^AT_EX ist in der Regel frustrierend. Das Programm arbeitet interaktiv, reagiert auf den ersten auftretenden Fehler mit einer fast immer unverständlichen Fehlermeldung und erwartet dann auch noch von Ihnen, dass Sie durch die Eingabe eines Buchstabens angeben, wie es weitergehen soll. Eine typische Fehlermeldung sieht beispielsweise so aus:

```
LaTeX error. See LaTeX manual for explanation.
          Type H <return> for immediate help.
! Text for \verb command ended by end of line.
\@latexerr ...rcontextlines \m@ne \errmessage {#1}
                                                    \endgroup
1.46 ...TeX-Syntax hierf^fcr {\sm\verb?{\small
?
```

Die Fehlerursache ist in diesem Fall ein `\verb`-Kommando in Zeile 46, dessen Wirkung über das Ende dieser Zeile hinausreicht (und das ist nicht erlaubt). Sie haben jetzt folgende Möglichkeiten, L^AT_EX fortzusetzen:

- \leftarrow setzt die Verarbeitung der L^AT_EX-Datei ohne Rücksicht auf den gerade aufgetretenen Fehler fort. Manchmal funktioniert das, sehr häufig führt es zu zahlreichen Folgefehlern (auf die ebenfalls mit \leftarrow reagiert werden kann).
- $\textcircled{H} \leftarrow$ zeigt zusätzliche Informationen zur Fehlermeldung an. Der Infotext ist allerdings nur in den seltensten Fällen eine echte Hilfe.
- $\textcircled{R} \leftarrow$ setzt die Verarbeitung fort, zeigt weitere Fehlermeldungen an, erwartet aber keine Eingaben mehr.
- $\textcircled{Q} \leftarrow$ wie oben, aber ohne die Anzeige von Fehlermeldungen.
- $\textcircled{X} \leftarrow$ beendet L^AT_EX.

In der Regel werden Sie L^AT_EX entweder mit \textcircled{X} sofort beenden, wenn Sie die Fehlerursache erkannt haben, oder die Bearbeitung mit \textcircled{Q} im Quiet-Modus fortsetzen. Im zweiten Fall können Sie darauf hoffen, dass L^AT_EX trotz der höchstwahrscheinlich auftretenden Folgefehler in der Lage ist, zumindest die beanstandete Seite fertig zu übersetzen. In diesem Fall können Sie mit `xdvi` das Ergebnis (die gesetzte Seite) ansehen und dort vielleicht die Fehlerursache erkennen.

In jedem Fall werden Sie anschließend in den Editor wechseln und dort den Fehler in der L^AT_EX-Datei suchen. Dabei ist die Datei `name.log` eine wesentliche Hilfe. In dieser Datei werden alle Fehlermeldungen von L^AT_EX gespeichert (unabhängig davon, ob sie auf dem Bildschirm angezeigt wurden oder nicht). Der Dateiname dieser Protokolldatei setzt sich aus dem Namen der übersetzten L^AT_EX-Datei und der Kennung `.log` zusammen. Die wichtigste Information in dieser Datei ist in der Regel die Zeilennummer, in der der Fehler aufgetreten ist.

Wenn Sie Probleme beim Aufspüren eines Fehlers haben, sollten Sie versuchen, den kritischen Textausschnitt zu isolieren und in eine eigene, möglichst kleine Datei zu kopieren. Generell empfiehlt sich bei umfangreichen Texten eine Zerlegung in mehrere Dateien

(siehe Seite 1096). Wenn Sie im Emacs arbeiten, können Sie mit dem Kommando $(\text{Alt})+(\text{X})$ `validate-tex-buffer` eine Syntaxkontrolle durchführen. Der Emacs meldet zwar gelegentlich auch Fehler, die gar keine sind, spürt aber die meisten fehlenden Klammern auf.

\LaTeX liefert während der Bearbeitung von Texten nicht nur Fehlermeldungen, sondern auch Warnungen. Bei Warnungen wird die Bearbeitung des Textes nicht unterbrochen. Viele Warnungen beginnen zumeist mit einem Text wie *overfull hbox* und deuten darauf hin, dass \LaTeX Probleme beim Zeilen- oder Seitenumbruch hat. In solchen Fällen sind zumeist manuelle Eingriffe im Text erforderlich (Trennvorschläge, erzwungene Seitenumbrüche etc.). Die Problematik wird ab Seite 1085 beschrieben.

TIPP

Das interaktive Verhalten von \LaTeX – dass also bei jedem Fehler eine Unterbrechung auftritt – kann sehr lästig sein, vor allem, wenn die Übersetzung automatisiert werden soll. Wenn Sie am Beginn der \LaTeX -Datei die Anweisung `batchmode` einfügen, arbeitet \LaTeX auch bei Fehlern interaktiv (so, als würde beim ersten Fehler (Q) eingegeben). Nach dem Ende der Übersetzung können Sie in Ruhe die `*.log`-Datei lesen.

VORSICHT

Während \LaTeX eine Tastatureingabe erwartet, reagiert das Programm nicht auf $(\text{Strg})+(\text{C})$! Wenn Sie das Programm während einer Eingabe beenden möchten, müssen Sie $(\text{Strg})+(\text{D})$ (für End of File) drücken! Dieser Notausstieg ist insbesondere dann praktisch, wenn \LaTeX auf einen falschen Dateinamen gestoßen ist und von Ihnen die Angabe einer anderen Datei erwartet. Einen alternativen Ausweg stellt die Eingabe von `null` dar. \LaTeX lädt dann die leere Datei `null.tex` bzw. `null.sty`, die extra für diesen Zweck in der \LaTeX -Verzeichnisstruktur vorgesehen ist.

TIPP

In Ihrer Linux-Distribution werden Sie immer wieder auf `*.tex`-Dateien mit der Dokumentation zu diversen Programmen stoßen. Wenn bei der Übersetzung solcher Dateien durch \LaTeX zahlreiche unerklärliche Fehlermeldungen auftreten, dann liegt das zumeist daran, dass es sich nicht um eine \LaTeX -, sondern um eine \TeX -Datei handelt. \TeX -Dateien weisen ebenfalls die Kennung `*.tex` auf, müssen aber mit `tex datei` übersetzt werden!

Einführungsbeispiel

Bevor der nächste Abschnitt eine systematische Beschreibung der wichtigsten \LaTeX -Kommandos liefert, soll das folgende Beispiel den prinzipiellen Umgang mit \LaTeX demonstrieren. Die unten abgedruckten \LaTeX -Anweisungen ergeben nach der Übersetzung durch \LaTeX die in Abbildung 25.1 dargestellte Seite. Bei einem längeren Artikel wäre es natürlich sinnvoll, das Inhaltsverzeichnis auf einer eigenen Seite darzustellen und dem ganzen Artikel eine Titelseite voranzustellen – darauf wurde hier aus Platzgründen verzichtet.

```

\documentclass[twocolumn,11pt]{article} % Typ: zweispaltiger Artikel
\usepackage{ngerman}                   % deutsche Überschriften
\usepackage{isolatin1}                 % ISO-Latin-Zeichensatz (äöüß)
\parindent0pt                          % kein Einrücken der ersten Zeile
\parskip1ex                            % Leerraum zw. Absätzen
\columnsep1cm                          % 1 cm Abstand zwischen den Spalten
\begin{document}                       % Beginn des eigentlichen Textes
\tableofcontents                       % Inhaltsverzeichnis einfügen

```

```

\section{\LaTeX-Einführung}

```

```

\subsection{Gestaltung des Schriftbilds}

```

Dieser Text zeigt einige Gestaltungsmöglichkeiten in \LaTeX :

```

\textbf{fette Schrift}, \textit{kursive Schrift},
\textsc{Kapitälchen}, \textsf{Sans Serif}, \texttt{Typewriter}. Neu in
\LaTeXe\ ist die Tatsache, dass sich Schriftattribute jetzt weitgehend
problemlos kombinieren lassen -- beispielsweise \textbf{\textit{fett
und kursiv}}. Natürlich kann auch die Schriftgröße verändert werden
von {\tiny ganz winzig} über {\small klein} bis {\Large ziemlich
groß}.

```

```

\subsection{Textblöcke und Rahmen}

```

```

{\small
\begin{minipage}[t]{4cm}
Mit der {\sm\verb?minipage?}-Um\ge\bung können Textblöcke
nebeneinander angeordnet werden.
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}[t]{3cm}
Das ist die zweite, etwas schmalere Minipage.
\end{minipage}
}

```

```

\hbox{{\hfill\fbbox{
\begin{minipage}{5cm}
Hier wurde eine 5 cm breite Mini\page durch ein vor- und ein
nachgestelltes {\small\tt \char92hfill}-Kom\man\do zentriert und mit
{\small\tt \char92fbbox} eingerahmt.
\end{minipage}
}\hfill\hbox{

```

```

\subsection{Aufzählungen}

```

\LaTeX hat viele Vorteile gegenüber anderen Programmen:

```

\begin{itemize}
\item Die Qualität der Ergebnisse spricht für sich.
\item Die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist nach einer Gewöhnung
      an die Syntax sehr hoch.
\item \LaTeX-Texte sind portabel und werden in der Unix-Welt oft
      zur Online-Dokumentation eingesetzt.
\end{itemize}

```

Inhaltsverzeichnis

1	L^AT_EX-Einführung	1
1.1	Gestaltung des Schriftbilds . . .	1
1.2	Textblöcke und Rahmen	1
1.3	Aufzählungen	1
1.4	Fußnoten	1
1.5	Mathematische Formeln	1

1 L^AT_EX-Einführung

1.1 Gestaltung des Schriftbilds

Dieser Text zeigt einige Gestaltungsmöglichkeiten in L^AT_EX: **fette Schrift**, *kursive Schrift*, KAPITÄLCHEN, Sans Serif, Typewriter. Neu in L^AT_EX 2_ε ist die Tatsache, dass sich Schriftattribute jetzt weitgehend problemlos kombinieren lassen – beispielsweise **fett und kursiv**. Natürlich kann auch die Schriftgröße verändert werden von ganz winzig über klein bis ziemlich groß.

1.2 Textblöcke und Rahmen

Mit der minipage-Umgebung können Textblöcke nebeneinander angeordnet werden.

Das ist die zweite, etwas schmalere Minipage.

Hier wurde eine 5 cm breite Minipage durch ein vor- und ein nachgestelltes \hfill-Kommando zentriert und mit \fbox eingerahmt.

1.3 Aufzählungen

L^AT_EX hat viele Vorteile gegenüber anderen Programmen:

- Die Qualität der Ergebnisse spricht für sich.
- Die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist nach einer Gewöhnung an die Syntax sehr hoch.
- L^AT_EX-Texte sind portabel und werden in der Unix-Welt oft zur Online-Dokumentation eingesetzt.

1.4 Fußnoten

Dieser Absatz liefert zwei Beispiele für Fußnoten.¹ L^AT_EX nummeriert die Fußnoten² natürlich automatisch.

1.5 Mathematische Formeln

Seine noch immer große Bedeutung verdankt L^AT_EX in erster Linie seinem hervorragenden Formelsatz. Versuchen Sie, die folgenden Formeln einmal in einem anderen Programm einzugeben! Formeln können übrigens auch direkt im Text (etwa hier: $\pi \int x^2 dx$) verwendet werden.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sqrt[3]{1 + \frac{k^2}{n^3}} - n$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f & \frac{\partial}{\partial y} f \\ \frac{\partial}{\partial x} g & \frac{\partial}{\partial y} g \end{bmatrix}$$

¹Das ist die erste Fußnote.

²Die zweite Fußnote.

```
\subsection{Fußnoten}
```

Dieser Absatz liefert zwei Beispiele für Fußnoten. `\footnote{Das ist die erste Fußnote.}` `\LaTeX` nummeriert die Fußnoten. `\footnote{Die zweite Fußnote.}` natürlich automatisch.

```
\subsection{Mathematische Formeln}
```

Seine noch immer große Bedeutung verdankt `\LaTeX` in erster Linie seinem hervorragenden Formelsatz. Versuchen Sie, die folgenden Formeln einmal in einem anderen Programm einzugeben! Formeln können übrigens auch direkt im Text (etwa hier: π , $\int x^2 dx$) verwendet werden.

```
[\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sqrt[3]{1 + \frac{k^2}{n^3}} - n]

[\left [\begin {array}{cc}
\frac {\partial }{\partial x} f & \frac {\partial }{\partial y} f \\
\hline
\frac {\partial }{\partial x} g & \frac {\partial }{\partial y} g
\end {array} \right ]]
```

```
\end{document}
```

Wenn Sie nach dem Studium dieses Abschnitts den Eindruck gewonnen haben, dass die Arbeit mit \LaTeX eine mühselige Angelegenheit ist, dann haben Sie prinzipiell recht. Sie sollten sich nur dann intensiver mit \LaTeX beschäftigen, wenn Sie bereit sind, relativ viel Zeit für Experimente zu investieren. Der Weg bis zu einem wirklich optimalen Ergebnis ist oft dornig. Zum Teil sind manuelle Eingriffe notwendig, damit \LaTeX deutsche Wörter richtig trennt und Seiten dort umbricht, wo es aus ästhetischen Gründen sinnvoll ist.

Sie sollten aber auch die Vorteile sehen: Die Qualität von \LaTeX -Texten spricht für sich. \LaTeX ist praktisch für jedes Betriebssystem verfügbar – daher können \LaTeX -Texte mühelos zwischen verschiedenen Rechnerplattformen ausgetauscht werden. Es gibt einen hervorragenden HTML-Konverter (`latex2html`), mit dem \LaTeX -Texte in das HTML-Format umgewandelt werden können.

Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektor gibt es praktisch keine nennenswerte Alternative zu \LaTeX . Textverarbeitungsprogramme wie MS Word sind für umfangreiche wissenschaftliche Texte mit Formeln und Bildern ganz einfach zu ineffizient und vor allem zu instabil. Was nützt eine tolle Benutzeroberfläche, wenn ein Textverarbeitungsprogramm bei längeren Texten plötzlich abstürzt, Querverweise nicht mehr findet, statt Abbildungen nur noch ein rotes 'X' anzeigt etc.? Zwar mag sein, dass der Einstieg in \LaTeX ein paar Tage länger dauert als bei anderen Programmen – aber diese Zeit holen Sie später wieder auf, wenn das Programm auch mit hundert- oder tausendseitigen Dokumenten noch problemlos funktioniert! (Dieses Buch ist selbstredend ebenfalls mit \LaTeX gesetzt worden.)

L^AT_EX-Distributionen

Das Programm L^AT_EX kann nicht isoliert gesehen werden, sondern muss in seiner Gesamtheit mit diversen Style-Dateien, dem Zusatzprogramm Metafont, dessen Zeichensätzen etc. betrachtet werden. Diese Gesamtheit wird als L^AT_EX-Distribution bezeichnet. Während L^AT_EX für sich weitgehend standardisiert ist, fehlen definierte Standards, was die Mitlieferung der übrigen Komponenten betrifft.

Die zurzeit am weitesten verbreitete L^AT_EX-Distribution ist das von Thomas Esser gewartete teTeX (<http://www.tug.org/teTeX/>). Da nur die wenigsten Anwender wirklich alle T_EX- und L^AT_EX-Erweiterungen benötigen, wird teTeX bei den meisten Distributionen in Form von mehreren Paketen zur Verfügung gestellt. Damit Sie beispielsweise unter SuSE die L^AT_EX-Grundfunktionen verwenden können, müssen Sie lediglich die Pakete `tex` und `te_latex` installieren. (Weitere 13 `te_`-Pakete sind optional verfügbar.)

TIPP

Alle Pfadangaben in diesem Kapitel basieren auf der teTeX-Distribution 1.0 und der Annahme, dass das Installationsverzeichnis `/usr/share/texmf` lautet. Wenn Sie Dateien nicht finden können, verwenden Sie `which` (bei Programmen) oder `locate`!

HINWEIS

Die gesamte teTeX-Online-Dokumentation befindet sich in `/usr/share/texmf/doc`. Wenn Sie in diesem Verzeichnis `make` ausführen, werden automatisch diverse `*.dvi`- und `*.ps`-Dateien sowie als zentraler Index die HTML-Datei `helpindex.html` erzeugt.

Der L^AT_EX-Verzeichnisbaum

Wenige Programmpakete unter Linux weisen einen derart unübersichtlichen Verzeichnisbaum auf wie L^AT_EX (auf meinem Rechner: ca. 9500 Dateien in 480 Verzeichnissen, ca. 100 MByte Platzbedarf!). Die folgende Tabelle vermittelt einen ersten Überblick. Sie orientiert sich an der teTeX-Distribution 1.0. Die folgenden Pfadangaben sind relativ zu `/usr/share/texmf/`.

teTeX-Verzeichnisse

<code>/etc/texmf</code>	einige globale Konfigurationsdateien
<code>./bibtex</code>	Style-Dateien zu bibtex
<code>./doc</code>	Online-Dokumentation
<code>./dvips</code>	Dateien für dvips
<code>./fontname</code>	TeX-internes Namensschema für Zeichensätze
<code>./fonts/source</code>	Font-Definition (Metafont-Dateien <code>*.mf</code>)
<code>./fonts/tfm</code>	Font-Größe (Grundlage für TeX/LaTeX, <code>*.tfm</code>)
<code>./fonts/vf</code>	virtuelle Fonts (für PostScript-Fonts, <code>*.vf</code>)
<code>./lists</code>	Dateiverzeichnis für teTeX-Pakete

teTeX-Verzeichnisse (Fortsetzung)

<code>./metafont</code>	Style-Dateien für Metafont (<code>*.mf</code>)
<code>./teTeX</code>	teTeX-spezifische Erweiterungen
<code>./teTeX/bin</code>	alle Programme (<code>tex</code> , <code>latex</code> , <code>xdvi</code> etc.) (<code>/usr/bin</code> enthält Links auf dieses Verzeichnis)
<code>./teTeX/info</code>	Online-Dokumentation im <code>info</code> -Format
<code>./teTeX/man</code>	Online-Dokumentation im <code>man</code> -Format
<code>./tex</code>	das eigentliche \TeX / \LaTeX -Verzeichnis
<code>./tex/amstex</code>	amsTeX (Makropaket für \TeX)
<code>./tex/generic</code>	Trenntabellen, Fremdsprachen
<code>./tex/plain</code>	\TeX -Basis
<code>./tex/texinfo</code>	texinfo (Makropaket für \TeX)
<code>./tex/latex</code>	\LaTeX (Makropaket für \TeX)
<code>./tex/latex/base</code>	\LaTeX -Basisdateien
<code>./tex/latex/*/</code>	diverse \LaTeX -Erweiterungen (Grafik, andere Layouts, Style-Dateien)
<code>./texmf/xdvi</code>	Konfiguration für <code>xdvi</code>

Einige veränderliche Dateien befinden sich in `/var/lib/texmf`. Je nach Distribution befinden sich diverse Konfigurationsdateien in `/etc/texmf`. Der `/usr/share/texmf/-`Verzeichnisbaum enthält dann Links auf die Konfigurationsdateien.

Bei der Konvertierung von `*.dvi`-Dateien in das PostScript-Format (`dvips`) bzw. beim Anzeigen der Dateien am Bildschirm (`xdvi`) werden außerdem Bitmap-Dateien von den benötigten Fonts erzeugt. Diese Dateien haben die Kennung `*.pk` und werden im folgenden Verzeichnis gespeichert:

`/var/cache/fonts/pk/` Font-Bitmaps (`*.pk`)

Wenn Sie Platzprobleme haben, können Sie die `*.pk`-Dateien unbedenklich löschen. Allerdings müssen die Dateien beim nächsten Aufruf von `dvips` oder `xdvi` wieder neu erzeugt werden, was einige Zeit kostet.

HINWEIS

Angesichts der unüberschaubaren Anzahl von Dateien kann die Suche nach einer bestimmten Font- oder Style-Datei relativ lange dauern. Bei der teTeX-Distribution wird daher eine zusätzliche Datenbank verwaltet, die eine Liste aller \TeX -Dateien enthält. Die Datenbank besteht im Wesentlichen aus dem Ergebnis von `ls -R` und hat daher den Dateinamen `ls-R`.

Falls Sie teTeX um zusätzliche Dateien erweitern, müssen Sie unbedingt das Kommando `texhash` ausführen, damit die Datenbank erweitert wird. Auch sonst sollte dieses Kommando die erste Maßnahme sein, wenn es Probleme beim Auffinden von \TeX -Dateien gibt. Intern ist die Kpathsea-Library für die Suche nach \TeX -Dateien zuständig. Wenn Sie die Details interessieren, lesen Sie `kpathsea.dvi` oder die äquivalenten `info`-Texte sowie die sehr kurzen `man`-Pages zu `texhash` und `ls-R`.)

25.2 Elementare L^AT_EX-Kommandos

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten L^AT_EX-Kommandos zusammengefasst. Die hier vorgestellten Kommandos sollten ausreichen, um einfache L^AT_EX-Dokumente zu erstellen. Wenn Sie intensiver mit L^AT_EX arbeiten möchten, führt aber an weiterführender Literatur kein Weg vorbei. Besonders zu empfehlen sind dabei die Bücher von Helmut Kopka (siehe Literaturverzeichnis auf Seite 1249) und der L^AT_EX-Begleiter von Michael Goossens, Frank Mittelbach und Alexander Samarin.

Formale Details

Die Arbeit mit L^AT_EX beginnt in einem beliebigen Texteditor. Im Text gilt eine Gruppe zusammenhängender Zeilen als Absatz. Wörter werden durch Leerzeichen oder Zeilenumbrüche voneinander getrennt, Absätze durch mindestens eine Leerzeile. Der eigentliche Zeilenumbruch innerhalb eines Absatzes wird von L^AT_EX durchgeführt. Deswegen spielt es keine Rolle, an welcher Stelle im Ausgangstext eine neue Zeile begonnen wird.

L^AT_EX-Kommandos beginnen immer mit einem Backslash `\`. Wenn die Kommandos Parameter benötigen, müssen diese in geschweiften Klammern angegeben werden, also beispielsweise `\chapter{Kapitelüberschrift}`. Manche Kommandos kennen auch optionale Parameter, die in eckigen Klammern angegeben werden müssen – beispielsweise `\sqrt[3]{x}` für $\sqrt[3]{x}$. Ohne `[3]` liefert `\sqrt` eine gewöhnliche Quadratwurzel, also \sqrt{x} .

Geschweifte Klammern können auch dazu verwendet werden, die Wirksamkeit von Kommandos einzuschränken. So wird durch `\bf word` nur ein einziges Wort fett gedruckt, während das ungeklammerte Kommando `\bf` das Attribut 'Fett' bis auf Widerruf einstellt.

Umgebungen stellen einen besonderen Typ von Kommandos dar. Sie werden mit `\begin{umgebung}` eingeleitet und mit `\end{umgebung}` abgeschlossen. Für den gesamten Text zwischen diesen beiden Kommandos gelten die besonderen Formatierungsmerkmale der Umgebung. Typische Umgebungsnamen sind `tabbing` (für Tabellen) oder `verbatim` für Listings mit Sonderzeichen.

Innerhalb des L^AT_EX-Textes können mit `%` Kommentare eingeleitet werden. Der Rest der Zeile ab diesem Zeichen wird von L^AT_EX nicht beachtet.

Strukturierung von Texten

L^AT_EX-Texte beginnen mit dem Kommando `\documentclass[optionen]{typ}`. Dieses Kommando bestimmt den Texttyp. L^AT_EX kennt in der Standardkonfiguration vier wichtige Texttypen: `book`, `report`, `article` und `letter`. Die drei ersten Texttypen sind einander relativ ähnlich und unterscheiden sich primär in der vorgesehenen Textlänge. `article` kennt im Gegensatz zu `book` und `report` keine Kapitel; die kleins-

te Gliederungseinheit ist dort ein Abschnitt (section). In book werden alle Seiten automatisch mit Kopfzeilen ausgestattet, in denen neben der Seitennummer auch der Name des aktuellen Kapitels (gerade Seiten) und der Name des aktuellen Abschnitts (ungerade Seiten) angegeben wird. Am leichtesten erkennen Sie die Unterschiede zwischen den drei Texttypen book, report und article, wenn Sie die erste Zeile der Beispieldatei des vorangegangenen Abschnitts ändern und dort der Reihe nach alle drei Typen einsetzen.

Der Texttyp letter kann zum Verfassen von Briefen verwendet werden. Auf diesen Texttyp wird hier aus Platzgründen allerdings nicht eingegangen. L^AT_EX-intern werden Texttypen durch Makrodateien mit der Kennung *.cls realisiert. Diese Dateien sind im Verzeichnis ./tex/latex/base gespeichert. Manche Verlage, Universitäten etc. stellen darüber hinaus eigene Makrodateien zur Verfügung, die sich speziell zur Formatierung von wissenschaftlichen Artikeln, Diplomarbeiten etc. eignen.

Vor dem Texttyp können in eckigen Klammern Optionen angegeben werden. Wichtige Optionen sind 11pt und 12pt (sie verändern die Standardschriftgröße) und twocolumn (für zweispaltige Texte).

L^AT_EX-Dokumentklassen

```
\documentclass[optionen]{typ}
```

Texttypen

book	für lange Texte (Bücher), Gliederung in Teile, Kapitel, Abschnitte
report	wie oben, aber für kürzere Texte; andere Titelseite etc.
article	für Artikel, Gliederung in Abschnitte, Unterabschnitte; im Gegensatz zu book und report keine Unterscheidung zwischen geraden und ungeraden Seitenzahlen
letter	für Briefe (wird in diesem Buch nicht behandelt)

Optionen

11pt	Standardschriftgröße 11 (statt 10) Punkt
12pt	Standardschriftgröße 12 (statt 10) Punkt
twoside	Unterscheidung gerade/ungerade Seite (Standard bei book)
twocolumn	zweispaltiger Text

Das Layout des Textes kann durch einige weitere Packages gesteuert werden. Packages sind L^AT_EX-Dateien mit der Kennung *.sty, die diverse Systemeinstellungen verändern. Diese Packages werden mit \usepackage{datei} geladen. Das bzw. die \usepackage-Kommandos müssen unmittelbar nach \documentclass angegeben werden.

Zusatzpakete

<code>\usepackage{isolatin1}</code>	unmittelbare Eingabe deutscher Sonderzeichen
<code>\usepackage{german}</code>	deutsche Trennungen, Überschriften etc.
<code>\usepackage{ngerman}</code>	wie <code>german</code> , aber neue Trennregeln
<code>\usepackage{epsf}</code>	Einbindung von PostScript-Grafiken

Der eigentliche Text wird mit dem Kommando `\begin{document}` eingeleitet und mit `\end{document}` abgeschlossen. Der Text innerhalb dieser beiden Kommandos wird dann durch L^AT_EX verarbeitet und gesetzt. Dabei stehen einige Kommandos zur Verfügung, mit denen der Text strukturiert werden kann:

Dokumentstrukturierung

<code>\part{Überschrift}</code>	Teil (nur für <code>book</code> und <code>report</code>)
<code>\chapter{Überschrift}</code>	Kapitel (nur für <code>book</code> und <code>report</code>)
<code>\section{Überschrift}</code>	Abschnitt
<code>\subsection{Überschrift}</code>	Unterabschnitt
<code>\subsubsection{Überschrift}</code>	Unterunterabschnitt

L^AT_EX kümmert sich selbstständig um die Nummerierung der Kapitel und Abschnitte. Gleichzeitig wählt L^AT_EX automatisch geeignete Schriftarten und Textabstände für die Überschriften. Beim Texttyp `book` werden die Texte des `\chapter`- und `\section`-Kommandos auch beim Erstellen der Kopfzeilen berücksichtigt. Wenn die Kommandos in der Form `\section[kurzfassung]{vollständig}` verwendet werden, wird die Kurzfassung für die Kopfzeile und das Inhaltsverzeichnis, die vollständige Variante dagegen unmittelbar im Text verwendet.

Falls der Text mit einem Anhang ausgestattet werden soll, wird dieser mit `\begin{appendix}` eingeleitet und mit `\end{appendix}` abgeschlossen. Innerhalb des Anhangs können wieder `\chapter`, `\section` etc. verwendet werden, wobei Kapitel jetzt mit A, B, C ... nummeriert werden.

Die prinzipielle Struktur eines typischen L^AT_EX-Textes sieht damit etwa so aus:

```
\documentclass[11pt]{article} % Dokumententyp: Artikel, 11 Punkt
\usepackage{ngerman}          % deutsche Überschriften
\usepackage{isolatin1}        % ISO-Latin1-Zeichensatz (äöüß)
% Platz für Makrodefinitionen, Variablenzuweisungen etc.
% eventuell Inhaltsverzeichnis mit \tableofcontents

\begin{document}
% der eigentliche Text, strukturiert durch
% \section{...}, \subsection{...} etc.
```

```
\begin{appendix}
% der Text des Anhangs, wiederum strukturiert durch
% \section{...}, \subsection{...} etc.
\end{appendix}
\end{document}
```

Gestaltung des Schriftbilds

Von herkömmlichen Textverarbeitungsprogrammen sind Sie vermutlich gewohnt, dass Sie bei der Auswahl von Schriftarten und -größen praktisch unbeschränkt flexibel sind. In L^AT_EX ist das aus historischen Gründen nicht der Fall. Im Regelfall sind Sie in L^AT_EX auf drei Schriftfamilien beschränkt: eine Standardschrift, die für den Fließtext, die Überschriften etc. verwendet wird, die Schrift Typewriter für Programmlistings und die Schrift Sans Serif für Hervorhebungen und andere Aufgaben.

Diese drei Schriftfamilien können in unterschiedlichen Attributen formatiert werden. Die meisten Attribute existieren bei der Standardschrift, die fett, kursiv, geneigt und in Kapitälchen dargestellt werden kann.

Die Unterscheidung zwischen kursiv und geneigt wird Ihnen vermutlich unbekannt vorkommen: Bei geneigten Schriften verwendet L^AT_EX den normalen Zeichensatz und neigt die Buchstaben ein wenig nach rechts. Bei kursiven Schriften wird dagegen ein eigener Zeichensatz verwendet, in dem die Zeichen stärker geneigt und auch ein wenig anders geformt sind. Diese feine Unterscheidung gilt allerdings nur dann, wenn L^AT_EX-eigene Zeichensätze verwendet werden. Dieses Buch verwendet dagegen PostScript-Zeichensätze, bei denen im Regelfall kein Unterschied zwischen kursiver und geneigter Schrift sichtbar ist.

Standardschrift	normal	<i>kursiv</i>	KAPITÄLCHEN
	fett	<i>fett kursiv</i>	FETT KAPITÄLCHEN
Sans Serif	normal	<i>kursiv</i>	KAPITÄLCHEN
	fett	<i>fett kursiv</i>	FETT KAPITÄLCHEN
Typewriter	normal	<i>kursiv</i>	KAPITÄLCHEN
	fett	<i>fett kursiv</i>	FETT KAPITÄLCHEN

HINWEIS

L^AT_EX ist normalerweise nicht in der Lage, die Schriftart Typewriter fett hervorzuheben. In der obigen Aufstellung ist das dennoch gelungen, weil zum Satz dieses Buchs wie gesagt nicht die L^AT_EX-eigenen Zeichensätze, sondern PostScript-Zeichensätze verwendet wurden. (Dafür gab es Probleme mit der kursiven Auszeichnung.) Mehr Informationen zum Thema L^AT_EX- und PostScript-Schriften finden Sie ab Seite 1090, wo das L^AT_EX-Zusatzprogramm Metafont sowie der Umgang mit PostScript-Schriften behandelt wird.

Nun aber zu den Kommandos, mit denen Schriftfamilien und -attribute verändert werden. Aus historischen Gründen und aus Gründen der Kompatibilität zu Vorgängerversionen herrscht hier eine babylonische Kommandoverwirrung. In der folgenden Tabelle

sind in den beiden ersten Spalten die nunmehr 'offiziellen' Kommandos von L^AT_EX 2_ε, in der dritten Spalte die noch immer erlaubte alte Syntax und in der vierten Spalte das Resultat aufgelistet. Das Ergebnis der verschiedenen Kommandos ist nur scheinbar dasselbe (siehe unten):

Schriftattribute			
L ^A T _E X 2 _ε		L ^A T _E X 2.09	Ergebnis
<code>\textrm{text}</code>	<code>{\rmfamily text}</code>	<code>{\rm text}</code>	Standard (Roman)
<code>\textsf{text}</code>	<code>{\sffamily text}</code>	<code>{\sf text}</code>	Sans Serif
<code>\texttt{text}</code>	<code>{\ttfamily text}</code>	<code>{\tt text}</code>	Typewriter
<code>\textbf{text}</code>	<code>{\bfseries text}</code>	<code>{\bf text}</code>	fett
<code>\textmd{text}</code>	<code>{\mdseries text}</code>	<code>{\rm text}</code>	normal
<code>\textit{text}</code>	<code>{\itshape text}</code>	<code>{\it text}</code>	<i>kursiv (italic)</i>
<code>\textsl{text}</code>	<code>{\slshape text}</code>	<code>{\sl text}</code>	<i>geneigt (slanted)</i>
<code>\textsc{text}</code>	<code>{\scshape text}</code>	<code>{\sc text}</code>	KAPITÄLCHEN
<code>\textup{text}</code>	<code>{\upshape text}</code>	<code>{\rm text}</code>	normal
<code>\emph{text}</code>		<code>{\em text}</code>	<i>hervorgehoben</i>

Dazu noch einige Anmerkungen: `\emph` schaltet nicht einfach auf kursive Schrift um, sondern wechselt das Schriftattribut zwischen normal und kursiv. Innerhalb einer kursiven Schrift liefert `\emph` daher eine normale Schrift.

Die Kurzkommandos wie `\sl`, `\bf` etc. wirken zwar wegen des minimalen Tippaufwands attraktiv, haben aber aus Kompatibilitätsgründen eine recht eigenwillige Funktionsweise: So wechseln `\bf`, `\it`, `\sl` und `\sc` in die Standardschriftart und deaktivieren alle anderen Attribute! Es ist mit diesen Kommandos also nicht möglich, Schriftattribute zu kombinieren. Verwenden Sie die neueren `\textxy`-Kommandos, etwa `\textbf{\textit{text}}`!

Auch bei den Schriftgrößen unterscheidet sich L^AT_EX von dem, was Sie von anderen Textverarbeitungsprogrammen gewöhnt sind. Es gibt eine Standardschriftgröße, die für das gesamte Dokument gilt. Diese Schriftgröße kann nur zwischen 10 und 12 Punkt variieren. 10 Punkt ist die Defaulteinstellung, auf 11 oder 12 Punkt können Sie durch die `\documentstyle`-Optionen `11pt` oder `12pt` umstellen.

Von dieser Standardschriftgröße ausgehend berechnet L^AT_EX automatisch passende Schriftgrößen für Überschriften durch `\chapter` oder `\section`, für Fußnoten, mathematische Formeln etc. Gleichzeitig gilt diese Größe als Anhaltspunkt für die Kommandos zur Veränderung der Schriftgröße:

Schriftgröße			
<code>\tiny</code>	nur noch mit der Lupe zu lesen	<code>\Large</code>	größer
<code>\scriptsize</code>	winzig	<code>\LARGE</code>	noch größer
<code>\footnotesize</code>	sehr klein		riesig
<code>\small</code>	klein	<code>\huge</code>	kingsize
<code>\normalsize</code>	Standardschrift		
<code>\large</code>	groß	<code>\Huge</code>	

Sonderzeichen und Akzente

Sehr viele Sonderzeichen wie % oder \$ gelten in L^AT_EX als Kommandos. Einige weitere Sonderzeichen haben zwar nur im mathematischen Modus eine besondere Bedeutung (z. B. ^ und _), können aber im normalen Textmodus ebenfalls nicht verwendet werden. Die folgende Tabelle fasst die Bedeutung der wichtigsten Sonderzeichen zusammen:

Bedeutung von Sonderzeichen	
%	leitet Kommentare ein
~	festes Leerzeichen (z. B. in 5~cm)
{. . }	klammert Textbereiche ein (z. B. für eine besondere Formatierung)
\$formel\$	klammert Formeln im Fließtext ein
ˆ	tiefstellen (nur im mathematischen Modus)
ˆ	hochstellen (nur im mathematischen Modus)

Der Versuch, Sonderzeichen im laufenden Text unverändert darzustellen, ist eine Quelle beständigen Ärgers: Zum einen wird es Ihnen auch nach monatelangem Arbeiten mit L^AT_EX noch passieren, dass Sie einfach übersehen, dass ein Zeichen eine besondere Bedeutung hat. Zum anderen fehlt eine einheitliche Methode, um Sonderzeichen im Text darzustellen. In vielen Fällen reicht es, wenn dem Sonderzeichen einfach ein Backslash vorangestellt wird (etwa \%, um ein %-Zeichen zu erzeugen). Wenn das nichts hilft, kann der Code des Zeichens direkt mit \charn angegeben werden. Bei den meisten Textzeichen gilt dabei der normale ASCII-Code.

Akzente							
<code>\'a</code>	á	<code>\`a</code>	à	<code>\^a</code>	â	<code>\~a</code>	ã
<code>\.a</code>	â	<code>\=a</code>	ā	<code>\b{a}</code>	Ḃ	<code>\d{a}</code>	Ḃ
<code>\u{a}</code>	ă	<code>\v{a}</code>	ă	<code>\c{a}</code>	Ḃ		

Darstellung von Sonderzeichen

--	– (Bindestrich)	\ae	æ	\char34{}	"
_	_ (Unterstrich)	\AE	Æ	\char92{}	"
{\tt\char95{}}	_ (Unterstrich)	\aa	å	{\tt\char92}	\
\#	#	\AA	Å	\char94{}	^
\\$	\$	\oe	œ	{\tt<}	<
\&	&	\OE	Œ	{\tt>}	>
\%	%	\o	ø	\pounds	£
\{	{	\O	Ø	\copyright	©
\}	}			\sim\$	~
\$					

Zahlreiche weitere Sonderzeichen sind im mathematischen Modus möglich – etwa π mit `\pi$` oder \leftarrow mit `\leftarrow$`. Eine Zusammenstellung der wichtigsten mathematischen Zeichen finden Sie auf Seite 1083.

Einen alternativen Weg zur Darstellung von Texten mit Sonderzeichen bietet das Kommando `\verb_text_`. `\verb_ls` | `more_` liefert `ls` | `more`. In diesem Beispiel wurde als Klammerzeichen für den eigentlichen Text der Unterstrich verwendet. Sie können aber ebenso ein beliebiges anderes Zeichen verwenden, das im darzustellenden Text nicht vorkommt. Der Text innerhalb von `\verb` wird in der Schriftart `typewriter` dargestellt. `\verb` kann in zahlreichen Umgebungen und insbesondere zur Definition von Makros nicht verwendet werden. `\verb`-Texte sind auf maximal eine Zeile beschränkt. Es gibt keine Möglichkeit, `\verb`-Texte fett darzustellen.

Wenn Sie nicht nur einige Zeichen oder Wörter mit Sonderzeichen darstellen möchten, sondern einige Zeilen, bietet sich dazu die `verbatim`-Umgebung an. Diese Umgebung wird mit `\begin{verbatim}` eingeleitet und mit `\end{verbatim}` abgeschlossen. Alle dazwischen angegebenen Programmzeilen werden unverändert in der `typewriter`-Schriftart dargestellt. Die `verbatim`-Umgebung eignet sich insbesondere zur Wiedergabe von Programmlistings, in denen es zumeist nur so von Sonderzeichen wimmelt.

verbatim-Umgebung

<code>\verb_text_</code>	stellt den Text inklusive aller Sonderzeichen dar
<code>\begin{verbatim}</code>	leitet Text ein, der unverändert ausgegeben wird
Beispieltext mit Sonderzeichen \$ % ^ ~	
<code>\end{verbatim}</code>	Ende der <code>verbatim</code> -Umgebung

Probleme gibt es nicht nur mit Sonderzeichen, sondern manchmal auch mit Leerzeichen. L^AT_EX eliminiert nach manchen Kommandos das erwünschte Leerzeichen. So wird aus `\copyright Michael Kofler` beispielsweise `'©Michael Kofler'`. Damit zwischen © und dem folgenden Text ein Leerzeichen angezeigt wird, muss das Kommando mit einem Backslash abgeschlossen werden: `\copyright\ Michael Kofler`.

Probleme mit europäischen Sonderzeichen gibt es in den gängigen Versionen von L^AT_EX kaum mehr. Sie müssen lediglich am Beginn des Texts die Anweisung `\usepackage{isolatin1}` angeben. In der Folge können alle Sonderzeichen aus dem ISO-Latin-1-Zeichensatz direkt im Text verwendet werden. In früheren Versionen war eine eher umständliche Schreibweise in der Form "a für ein ä erforderlich.

Euro-Symbol

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um unter L^AT_EX das Euro-Symbol darzustellen. Die einfachste besteht darin, das Paket `textcomp` und das darin definierte Kommando `\texteuro` zu verwenden. Das Ergebnis hat allerdings wenig Ähnlichkeit mit dem offiziellen Symbol und ist zudem inkompatibel mit den für dieses Buch verwendeten PostScript-Fonts (Paket `palatino`) – daher fehlt hier auch ein Beispiel.

Eine weitere sehr einfache Variante besteht darin, die folgenden Zeilen an den Beginn des L^AT_EX-Dokuments zu stellen. Das damit definierte Euro-Symbol € kann mit `\euro` im L^AT_EX-Dokument verwendet werden, entspricht aber ebenfalls nicht exakt dem offiziellen Symbol.

```
\newcommand\euro{\sffamily C%
  \makebox[0pt][l]{\kern-.70em\mbox{--}}%
  \makebox[0pt][l]{\kern-.68em\raisebox{.25ex}{--}}}
```

Deutlich eleganter sehen die Euro-Symbole des L^AT_EX-Pakets `marvosym` aus. Dieses Paket muss am Beginn des L^AT_EX-Dokuments mit `usepackage` eingebunden werden. Damit stehen die Kommandos `\EUR` `\EURtm` `\EURhv` `\EURcr` zur Verfügung, die die folgenden Ergebnisse liefern: €€€€. Der Einsatz von `marvosym` führt leider zu Problemen mit manchen mathematischen Sonderzeichen.

Die deutschsprachige L^AT_EX-FAQ von DANTE nennt noch einige weitere Möglichkeiten, die aber die Installation zusätzlicher Pakete und/oder Zeichensätze voraussetzt:

<http://www.dante.de/faq/>
ftp://ftp.dante.de/tex-archive/fonts/euro*

Tabellen

L^AT_EX kennt mehrere Möglichkeiten zur Definition von Tabellen. An dieser Stelle wird nur die einfachste Variante beschrieben, nämlich die `tabbing`-Umgebung. Die Syntax dieser Umgebung sieht folgendermaßen aus:

Tabellen

```
\begin{tabbing}
muster \= muster \= \kill
term1 \> term2 \> term3\\
term4 \> term5
\end{tabbing}
```

Musterzeile: \= definiert Tabulatoren
Tabelle: \> für Tabulator, \\ für Zeilenende
letzte Zeile ohne \\

Tabellen werden also mit einer Musterzeile eingeleitet. In dieser Musterzeile werden die Positionen der linksbündigen Tabulatoren mit \= festgelegt. Als Musterzeile verwenden Sie normalerweise die breiteste Zeile aus Ihrer Tabelle. In diese Zeile sollten Sie vor jedem \= einen zusätzlichen Leerraum einfügen, beispielsweise mit einer \quad-Anweisung (Leerraum in der Größe zweier Gedankenstriche (siehe Seite 1086)). \kill löscht die Musterzeile, sodass diese Zeile nur als Muster verwendet, aber nicht ausgegeben wird.

Abschließend ein Beispiel: Die Sonderzeichentabelle von Seite 1066 wurde mit den folgenden L^AT_EX-Anweisungen produziert:

```
\begin{tabbing}
{\sm\verb?$formel$?}\quad\=\kill
{\sm\verb?%?}
  \> leitet Kommentare ein\\
{\sm\verb?~?}
  \> festes Leerzeichen (z.~B. in {\sm\verb?5~cm?})\\
{\sm\verb?{...}?}
  \> klammert Textbereiche ein (z.~B. für eine besondere
      Formatierung)

{\sm\verb?$formel$?}
  \> klammert Formeln im Fließtext ein\\
{\sm\verb?_?}
  \> tiefstellen (nur im mathematischen Modus)\\
{\sm\verb?^?}
  \> hochstellen (nur im mathematischen Modus)
\end{tabbing}
```

Wenn Ihnen diese einfache Form von Tabellen nicht ausreicht, bietet L^AT_EX die tabular-Umgebung an: Damit können Sie Tabellen mit wechselnder Spaltenbreite, mit Umrandung etc. erzeugen. Wenn Sie außerdem noch die table-Umgebung einsetzen, wird die Tabelle je nach Platzangebot automatisch wie ein Bild platziert, ohne dass Löcher im Text entstehen.

Aufzählungen

In L^AT_EX sind mehrere Möglichkeiten zur Formatierung von Aufzählungen vorgesehen. Die einfachste Variante stellt die `itemize`-Umgebung dar.

Aufzählungen

```
\begin{itemize}
\item Text des ersten Punktes
\item Zweiter Punkt
\end{itemize}
```

Das folgende Beispiel demonstriert die optische Gestaltung von Aufzählungen:

```
\begin{itemize}
\item \LaTeX\ markiert die einzelnen Einträge einer Aufzählung mit
      dicken schwarzen Punkten (\verb?$\bullet$?).
\item Gleichzeitig werden die Einträge gegenüber dem normalen Text
      eingerückt.
\end{itemize}
```

- L^AT_EX markiert die einzelnen Einträge einer Aufzählung mit dicken schwarzen Punkten (`\bullet`).
- Gleichzeitig werden die Einträge gegenüber dem normalen Text eingerückt.

Wenn statt `itemize` der Umgebungsname `enumerate` verwendet wird, verwendet L^AT_EX statt der Aufzählungspunkte Zahlen (1., 2. etc.). Beide Umgebungen können ineinander verschachtelt werden. Dabei werden je nach Schachtelungstiefe unterschiedliche Symbole für die Aufzählungspunkte bzw. unterschiedliche Nummerierungsziffern (Kleinbuchstaben, römische Ziffern etc.) verwendet. Außerdem werden die Aufzählungspunkte unterschiedlich stark eingerückt.

Mehrspaltiger Text

Bereits auf Seite 1061 wurde beschrieben, dass durch die Option `twocolumn` im Kommando `documentclass` der gesamte Text zweispaltig angeordnet werden kann. Für viele Problemstellungen ist diese Lösung aber ungeeignet. Oft sollen nur kleine Textportionen nebeneinander angeordnet werden, während der restliche Text einspaltig über die volle Breite geht. Auch für solche Situationen bietet L^AT_EX mehrere Varianten an, von denen hier wiederum nur die wichtigste vorgestellt wird: der Umgang mit der `minipage`-Umgebung. Die Syntax sieht folgendermaßen aus:

minipage-Umgebung

```

\begin{minipage}[t]{4cm} % die erste, 4 cm breite Minipage
text ...                % der Text in der ersten Minipage
\end{minipage}
\hfill                  % Abstand zwischen den beiden Minipages
\begin{minipage}[t]{4cm} % die zweite Minipage
text ...
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}[t]{4cm} % die dritte Minipage
text ...
\end{minipage}

```

Die Breite aller angegebenen minipage-Umgebungen darf die gesamte Textbreite nicht überschreiten. Der optionale Parameter t (top) bewirkt, dass die Textblöcke vertikal an der oberen Kante ausgerichtet werden. Alternativ könnten Sie b (bottom) angeben, um die Textblöcke an der unteren Kante auszurichten, oder auf den Parameter ganz verzichten, um die Blöcke vertikal zu zentrieren. Das Kommando \hfill zwischen den Blöcken bewirkt, dass der verbleibende horizontale Freiraum zwischen den Blöcken verteilt wird.

```

\begin{minipage}[t]{6cm}
Das ist der erste 6 cm breite Textblock.
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}[t]{6cm}
Der zweite Block wird daneben platziert und ist ebenso breit. Die
beiden Blöcke werden nach ihrer oberen Kante ausgerichtet.
\end{minipage}

```

Das ist der erste 6 cm breite Textblock.

Der zweite Block wird daneben platziert und ist ebenso breit. Die beiden Blöcke werden nach ihrer oberen Kante ausgerichtet.

Rahmen

Zur Hervorhebung von Texten können diese in einen Rahmen gestellt werden. Das erforderliche Kommando lautet \fbox{text} und liefert Resultate wie diesen Text. Wenn mehrzeilige Blöcke gerahmt werden sollen, muss mit \fbox eine minipage-Umgebung definiert werden.

Im folgenden Beispiel wird ein kleiner Textblock zentriert und mit \fbox gerahmt. Beim Einsatz von \hfill muss beachtet werden, dass damit nur ein Füllabstand zwischen vorhandenen Objekten eingefügt werden kann. Daher muss vor und nach \hfill mit \hbox{} eine leere Textbox angegeben werden.

```

\hbox{}          % leere Box links
\hfill          % Füllabstand zur minipage
\fbbox{
\begin{minipage}{5cm}
Hier wurde eine 5 cm breite Minipage durch ein vor-
und ein nachgestelltes {\tt\char92hfill}-Kom\~an\~do
zentriert und mit {\tt\char92fbbox} eingerahmt.
\end{minipage}}
\hfill          % Füllabstand zur nächsten Box
\hbox{}          % leere Box

```

Hier wurde eine 5 cm breite Minipage durch ein vor- und ein nachgestelltes `\hfill`-Kommando zentriert und mit `\fbbox` eingerahmt.

Innerhalb von `\fbbox` darf das Kommando `\verb_text_` nicht verwendet werden. Um diese Einschränkung zu umgehen, existiert seit L^AT_EX 2_ε die neue Umgebung `lrbox`, mit der (über Umwege) ein gerahmter Text mit `\verb_text_` realisiert werden kann (siehe Seite 1098).

25.3 Gestaltung wissenschaftlicher Texte

Prinzipiell können Sie jeden beliebigen Text mit L^AT_EX setzen. Seine Vorteile gegenüber anderen Satz- und Textverarbeitungsprogrammen spielt L^AT_EX aber erst bei der Gestaltung wissenschaftlicher Texte aus, wo es darum geht, mit geringem Aufwand Inhalts-, Abbildungs-, Literatur- und Stichwortverzeichnisse zu erstellen, Querverweise zu verwenden, Fußnoten einzufügen etc. Dieser Abschnitt fasst die Kommandos von L^AT_EX zur Realisierung solcher typisch wissenschaftlicher Gestaltungsmerkmale zusammen.

Inhaltsverzeichnis

Das Inhaltsverzeichnis kann mit dem Kommando `\tableofcontents` an jeder beliebigen Stelle in den Text eingefügt werden. Üblicherweise wird das Inhaltsverzeichnis am Anfang des Texts oder nach dem Vorwort platziert.

Zur Erstellung des Inhaltsverzeichnisses verarbeitet L^AT_EX die Datei `name.toc`. In diese Datei trägt L^AT_EX bei jedem Durchlauf mit dem Kommando `\tableofcontents` alle Informationen für das Inhaltsverzeichnis ein (Kapitel-, Abschnitts- und Teilabschnittsnamen zusammen mit ihren Seitennummern). Diese Vorgehensweise hat zur Folge, dass L^AT_EX im ungünstigsten Fall *dreimal* ausgeführt werden muss, bis das Inhaltsverzeichnis korrekt ist:

Beim ersten Mal existiert `name.toc` noch nicht, d. h. es kann kein Inhaltsverzeichnis erzeugt werden. Beim zweiten Mal kann zwar ein Inhaltsverzeichnis angelegt werden, da dieses aber zumeist ebenfalls einige Seiten beansprucht, verschieben sich alle Seitennummern! Erst beim dritten Durchlauf stimmen die Seitennummern im Inhaltsverzeichnis mit den tatsächlichen Seitennummern überein.

In das Inhaltsverzeichnis werden normalerweise die Texte aller `\part`-, `\chapter`-, `\section`-, `\subsection`- und `\subsubsection`-Kommandos aufgenommen. Die Anzahl der Gliederungsebenen kann mit `\setcounter{tocdepth}{n}` vermindert werden (siehe Seite 1090).

Die Formatierung des Inhaltsverzeichnisses erfolgt automatisch. \LaTeX wählt dabei passende Schriftgrößen, rückt untergeordnete Einträge ein und füllt den Zeilenfreiraum zwischen dem Eintrag und der Seitennummer mit Punkten. Das Inhaltsverzeichnis dieses Buchs ist kein typisches Beispiel, weil hier das Standardlayout von \LaTeX aus ästhetischen Gründen verändert wurde. Eine bessere Vorstellung, wie ein Inhaltsverzeichnis von \LaTeX normalerweise aussieht, bietet Abbildung 25.1 auf Seite 1057.

Inhaltsverzeichnis

`\tableofcontents` fügt an dieser Stelle das Inhaltsverzeichnis ein

Querverweise

Querverweise im Buch werden mit den drei Kommandos `\label`, `\ref` und `\pageref` erstellt. Welche Nummer `\ref` liefert, hängt vom Ort ab, an dem `\label` ausgeführt wurde: In der Regel handelt es sich um eine Abschnittsnummer, die den aktuellen Abschnitt bezeichnet. `\label` kann aber auch in Umgebungen wie `equation`, `figure` oder `tabbing` verwendet werden. `\ref` liefert in diesem Fall die Nummer der Formel, Abbildung, Tabelle etc.

Mit Querverweisen verhält es sich ähnlich wie mit den Seitenzahlen des Inhaltsverzeichnisses: Sie werden der Datei `name.aux` entnommen, die beim letzten \LaTeX -Durchlauf erstellt wurde. Nach Änderungen in einem \LaTeX -Text sind daher zwei Durchläufe notwendig, bis alle Seitennummern korrekt sind.

Abschließend ein Beispiel: Wenn an dieser Stelle im Text ein Markierungspunkt mit `\label{verweis-bsp}` erstellt wird, dann liefert `\ref{verweis-bsp}` das Ergebnis 25.3 und `\pageref{verweis-bsp}` die Seitennummer 1073.

Querverweise

<code>\label{marke}</code>	definiert einen Markierungspunkt
<code>\pageref{marke}</code>	liefert die Seitennummer der Markierung
<code>\ref{marke}</code>	liefert die Abschnitts-, Abbildungs- oder Tabellenummer

Fußnoten

Fußnoten werden mit `\footnote{text}` erstellt. L^AT_EX fügt daraufhin an dieser Stelle eine hochgestellte Nummer als Fußnote ein und platziert den Fußnotentext an das Ende der laufenden Seite.

Fußnoten werden automatisch durchnummeriert, wobei die Nummerierung bei den Texttypen `book` und `report` in jedem Kapitel neu beginnt. Das Aussehen von Fußnoten ist in Abbildung 25.1 auf Seite 1057 dokumentiert.

Fußnoten

`\footnote{text}` fügt eine neue Fußnote in den Text ein

Literaturverzeichnis

Die Verwaltung des Literaturverzeichnisses erfolgt in zwei Schritten: Zuerst muss am Ende des Buchs (dort, wo das Literaturverzeichnis erscheinen soll) eine Liste mit allen Einträgen erstellt werden. Anschließend kann im gesamten Text auf die Einträge dieses Verzeichnisses verwiesen werden.

Literaturverzeichnis

```
% im laufenden Text
\cite{markel}           % Verweis auf den Eintrag 'markel'

% am Ende des Artikels/Buchs
\begin{thebibliography}{n}
\bibitem{markel} Text1  % Autor, Titel etc.
\bibitem{marke2} Text2
\end{thebibliography}
```

L^AT_EX erzeugt an der Stelle der `thebibliography`-Umgebung eine Liste, in der alle Einträge in eckigen Klammern durchnummeriert werden ([1], [2] etc.). Der Parameter `n` gilt als Maß für die Einrückung der Einträge. Für bis zu neun Einträge kann für `n` die Zahl 9 eingesetzt werden, für bis zu 99 Einträge die Zahl 99 etc. Die `\bibitem`-Einträge werden nicht automatisch sortiert – Sie müssen sich also selbst um eine geeignete Ordnung kümmern. Die Einträge werden auch nicht automatisch formatiert. Sie können aber alle Kommandos zur Einstellung der Schriftart verwenden und so den Namen des Autors fett, den Titel kursiv etc. formatieren.

Im laufenden Text können Sie nun mit `\cite{marke}` auf einen Eintrag im Literaturverzeichnis verweisen. L^AT_EX setzt an dieser Stelle im Text eine eckige Klammer mit der entsprechenden Nummer ein.

Während das `\bibitem`-Kommando für gelegentliche Publikationen vollkommen ausreichend ist, bietet \LaTeX eine noch viel leistungsstärkere Alternative durch das Zusatzprogramm `bibtex`. Die vollständige Liste aller jemals (etwa in einer ganzen Abteilung) verwendeten Referenzen wird in einer eigenen Datei gespeichert. In der eigentlichen Publikation kann darauf durch Kürzel verwiesen werden. `bibtex` wertet diese Informationen aus und erstellt automatisch ein Quellenverzeichnis, das nur die tatsächlich genutzten Referenzen enthält. Dieses Zusatzprogramm ist im \LaTeX -Begleiter von Michel Goossens et al. ausführlich beschrieben.

Das Quellenverzeichnis dieses Buchs wurde übrigens nicht mit den gerade beschriebenen Methoden erstellt. (Die wenigen Quellen erfordern keine Nummerierung, und einen wissenschaftlichen Anspruch erhebt das Buch ja ohnedies nicht.)

Abbildungen

\LaTeX sieht zur Integration von Bildern in den Text die `figure`-Umgebung vor. Die Hauptaufgabe dieser Umgebung besteht in der Platzierung und Beschriftung der Abbildungen. Der optionale Parameter nach `\begin{figure}` bestimmt, wie die Grafik im Text platziert wird. Dabei ist entweder `h` (here) oder eine beliebige Kombination der Buchstaben `t` (top), `b` (bottom) und `p` (page) erlaubt: Die Abbildung selbst wird durch Kommandos innerhalb dieser Umgebung erzeugt (siehe unten).

figure-Umgebung

```
\begin{figure}[h]
% Kommandos zur Erzeugung der eigentlichen Grafik
\caption{\label{marke-fuer-querverweis}Beschriftungstext}
\end{figure}
```

Platzierung der Abbildung

- `h`: Die Abbildung wird genau an dieser Stelle im Text angezeigt.
- `t`: Die Abbildung wird am Beginn der laufenden Seite platziert.
- `b`: Die Abbildung wird am Ende der laufenden Seite platziert.
- `p`: Mehrere Abbildungen werden auf einer eigenen Seite zusammengefasst.

In zweispaltigen Texten kann statt `figure` der Umgebungsname `figure*` verwendet werden. In diesem Fall erstreckt sich die Abbildung über beide Spalten (anstatt auf die Breite einer Spalte beschränkt zu sein). `figure*` kann nicht mit der Option `h` kombiniert werden.

Zur Beschriftung der Grafik wird `\caption` eingesetzt. \LaTeX stellt dem eigentlichen Beschriftungstext 'Abbildung *n*:' voran, wobei für *n* entweder eine laufende Nummer (Texttyp `article`) oder eine Kapitelnummer (3.5 für das fünfte Bild im dritten Kapitel) eingesetzt wird. Wenn innerhalb von `\caption` eine `\label`-Anweisung verwendet wird, kann mit `\ref` auf die Abbildungsnummer und mit `\pageref` auf die dazugehörige Seitennummer verwiesen werden.

Der Beschriftungstext wird automatisch zentriert. Wenn das Bild schmaler als der Beschriftungstext ist, sollte dieser mit `\parbox{7cm}{\caption{...}}` auf die Breite des Bildes (hier 7 cm) beschränkt werden.

Die eigentliche Abbildung wird durch Kommandos innerhalb der `figure`-Umgebung erzeugt. Diese Kommandos bestimmen auch die Größe der Abbildung. L^AT_EX kennt einige Grafikkommandos, mit denen einfache Abbildungen direkt im L^AT_EX-Text erstellt werden können. Diese Kommandos können hier aus Platzgründen leider nicht beschrieben werden. In der Praxis kommt das Einfügen fertiger PostScript-Grafiken ohnehin viel häufiger vor.

PostScript-Grafiken einbinden

```
\usepackage{epsf}    % muss unmittelbar nach \documentstyle
% ...                % ausgeführt werden
\epsfxsize=5cm        % bestimmt die Breite der nächsten Grafik
\epsfysize=4cm        % bestimmt die Höhe der nächsten Grafik
\epsffile{datei}      % fügt die angegebene PostScript-Datei ein
```

Die Anwendung der drei `\epsf...`-Kommandos ist verhältnismäßig einfach: `\epsffile{datei}` fügt eine PostScript-Datei in das Dokument ein. Wenn die Größe der Grafik nicht zuvor durch die Veränderung von `\epsfx/ysize` eingestellt wurde, belässt L^AT_EX die Grafik in der Originalgröße. Wenn nur ein Maß angegeben wurde, skaliert L^AT_EX das andere Maß so, dass die Grafik nicht verzerrt wird. Aus diesem Grund ist es zumeist ausreichend, nur eines der beiden `\epsfx/y...`-Kommandos auszuführen.

Abbildungen werden generell weder zentriert noch eingerahmt. Wenn diese Formatierungsmerkmale erwünscht sind, kann die Zentrierung durch `\centerline` und die Rahmung durch `\fbox` erreicht werden.

Die folgende Aufstellung gibt einige Beispiele für Kommandos innerhalb der `figure`-Umgebung an. Dabei sind auch Kommandos angegeben, mit denen statt einer Abbildung einfach nur ein (eventuell eingerahmter) Leerraum eingefügt wird, in den dann später eine Abbildung eingeklebt werden kann (zugegebenermaßen eine etwas steinzeitliche Methode). Dabei treten einige neue Kommandos auf: `\rule{b}{h}` erzeugt ein $b \times h$ großes, schwarzes Rechteck und wird hier eingesetzt, um durch einen (unsichtbaren) vertikalen Strich Platz für das später einzuklebende Bild zu schaffen. `\framebox` erzeugt ein eingerahmtes Rechteck vorgegebener Breite.

```
\centerline{                % zentrierte PostScript-Grafik
  \epsfxsize=30mm           %   ohne Rahmen, 3 cm breit
  \epsffile{online.eps}}    %
\centerline{\fbox{          % zentrierte PostScript-Grafik
  \epsfysize=40mm           %   mit Rahmen, 4 cm hoch
  \epsffile{online.eps}}}}  %
\centerline{                % leerer zentrierter Rahmen
  \framebox[4cm]{\rule{0cm}{3cm}}} % 4 cm breit, 3 cm hoch
\rule{0cm}{3cm}             % ungerahmter Freiraum,
                             % 3 cm hoch
```


Wenn mehrere Abbildungen nebeneinander platziert werden sollen, müssen innerhalb der `figure`-Umgebung mehrere `Minipages` platziert werden (siehe auch Seite 1070). Der umgekehrte Fall – also die Verwendung einer `figure`-Umgebung innerhalb einer `Minipage` – ist nicht möglich. Aus diesem Grund ist es nicht ohne weiteres möglich, eine beschriftete Grafik und Text nebeneinander zu platzieren. Sie können aber eine unbeschriftete PostScript-Grafik durch die direkte Verwendung der `\epsf . . .`-Kommandos ohne `figure`-Umgebung in einer `Minipage` ausgeben.

```
\begin{figure}[h]
\begin{minipage}[t]{6.1cm}
\centerline{\framebox[6cm]{\rule{0cm}{4.1cm}}}}
\caption{\label{latex-b2} \textsl{Ein leerer Rahmen, in den
später ein Bild eingeklebt werden kann.}}
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}[t]{6cm}
\centerline{\epsfysize=4,1cm\epsffile{b-latex-kurven.ps}}
\caption{\label{latex-b3} \textsl{Dieses Diagramm ... eingebunden.}}
\end{minipage}
\end{figure}
```

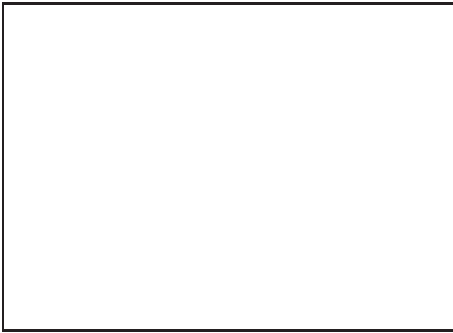


Abbildung 25.2: Ein leerer Rahmen, in den später ein Bild eingeklebt werden kann.

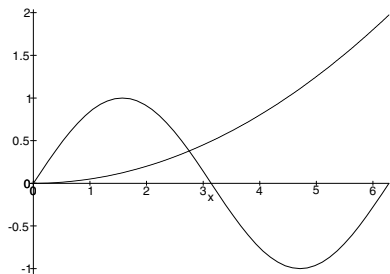


Abbildung 25.3: Dieses Diagramm wurde mit dem Mathematikprogramm Maple berechnet und als PostScript-Datei in den Text eingebunden.

Die Beispielabbildungen 25.2 und 25.3 wurden mit den obigen Kommandos erzeugt. Die Verweise auf die Bildnummern wurden mit `\ref{latex-b2}` bzw. mit `\ref{latex-b3}` erzeugt.

Stichwortverzeichnis

Wenn Sie Ihren Text mit einem Stichwortverzeichnis ausstatten möchten, dann sind dazu mehrere Arbeitsschritte erforderlich: Sie müssen mit `\usepackage` das Package `makeindex` laden und vor `\begin{document}` das Kommando `\makeindex` ausführen. Die Indexeinträge müssen im Text mit dem Kommando `\index` markiert werden. Schließlich muss an der Stelle im Text, an der das Stichwortverzeichnis erscheinen soll, das Kommando `\printindex` angegeben werden.

Doch damit nicht genug: Nachdem die so präparierte Textdatei zum ersten Mal mit L^AT_EX bearbeitet wurde, muss das Linux-Kommando `makeindex name.idx` ausgeführt werden. Dabei wird die von L^AT_EX erstellte Datei `name.idx` mit allen Indexeinträgen ausgewertet und sortiert (mit der Option `-g` sogar nach der deutschen Sortierordnung). Das Ergebnis wird in der Datei `name.ind` gespeichert. Beim nächsten L^AT_EX-Durchlauf wird diese Datei bei der Ausführung von `\printindex` eingelesen.

Einträge in das Stichwortverzeichnis

<code>\usepackage{makeidx}</code>	% nach <code>\documentclass</code>
...	
<code>\makeindex</code>	% vor <code>\begin{document}</code>
<code>\newcommand{\ii}[1]{\it #1}</code>	% kursive Seitenzahlen
...	
<code>\index{Eintrag}</code>	% normaler Indexeintrag
<code>\index{Haupteintrag!Subeintrag}</code>	% Subeintrag
<code>\index{Haupt!Sub!Subsub}</code>	% Subsubeintrag
<code>\index{Eintrag {}</code>	% Eintrag von Seite
<code>\index{Eintrag)}</code>	% Eintrag bis Seite
<code>\index{Eintrag ii}</code>	% Seitennummer kursiv
<code>\index{Pi@\$\pi\$}</code>	% Formel wie 'Pi' sortieren
<code>\index{Eintrag@{\bf Eintrag}}</code>	% fett, richtig sortieren
...	
<code>\printindex</code>	% vor <code>\end{document}</code>

Die wichtigsten Syntaxvarianten von `\index{eintrag}` gehen aus der obigen Tabelle bereits hervor. Mit den Zeichenkombinationen `| (` und `|)` lassen sich Seitenbereiche angeben. Der resultierende Indexeintrag sieht dann beispielsweise so aus: Eintrag 34-38. Ein nach `|` und *ohne* vorangestelltes `\`-Zeichen angegebenes Kommando kann zur Formatierung der Seitenzahl eingesetzt werden. Ein Muster für die Definition eines geeigneten Kommandos wurde mit `\ii` angegeben. `@` kann dazu eingesetzt werden, auch Formeln oder speziell sortierte Einträge richtig im Indexverzeichnis einzuordnen. Alle genannten Formatierungsmethoden können auch kombiniert werden, beispielsweise um einen Subeintrag besonders hervorzuheben.

Abschließend folgen noch einige Beispiele, die die Wirkungsweise des `\index`-Kommandos demonstrieren. Die Ergebnisse können Sie sich im Stichwortverzeichnis am Ende des Buchs ansehen.

```

\index{Indexbeispiel}
\index{Indexbeispiel!Subeintrag}
\index{Indexbeispiel!Subeintrag@{\tt Subeintrag Courier}}
\index{Indexbeispiel!Sonderz@{\verb?Sonderzeichen % \?}}
\index{Indexbeispiel!kursiver Eintrag@{\it kursiver Eintrag}}
\index{Indexbeispiel!kursive Seitenziffer|ii}
\index{index@{\verb?\index?}}
\index{printindex@{\verb?\printindex?}}
\index{makeindex@{\verb?makeindex?}}
\index{usepackage@verb?\usepackage?!makeidx@{\tt makeidx}}
\index{Stichwortverzeichnis!LaTeX@LaTeX}
\index{Index}

```

HINWEIS

Zum Programm `makeindex` existiert eine detaillierte Beschreibung als `man`-Seite. Der Text hat allerdings den Nachteil, dass er nicht \LaTeX -spezifisch ist. (`makeindex` kann auch zur Bearbeitung von Indexdateien anderer Programme eingesetzt werden.)

25.4 Mathematische Formeln

Damit in \LaTeX mathematische Formeln dargestellt werden können, müssen Sie in den mathematischen Modus umschalten werden. Sämtliche hier vorgestellten Kommandos können nur im mathematischen Modus ausgeführt werden!

Zur Aktivierung dieses Modus haben Sie drei Möglichkeiten: Die Formel wird im laufenden Text zwischen zwei $\text{\$}$ -Zeichen geklammert, die Formel wird in einem eigenen Absatz mit `\[` eingeleitet und mit `\]` beendet, oder die Formel wird in einer `equation`-Umgebung geschrieben. Bei den beiden letzteren Varianten wird die Formel in einem eigenen Absatz zentriert dargestellt, wobei sie in der `equation`-Umgebung zusätzlich automatisch nummeriert wird.

\LaTeX -Formelmodi

<code>\\$formel\\$</code>	Formel im Fließtext
<code>\[formel \]</code>	eigenständige Formel
<code>\begin{equation}</code> formel <code>\end{equation}</code>	eigenständige Formel mit Nummerierung

Beachten Sie bitte, dass Formeln im Fließtext anders aussehen als eigenständige Formeln: Bei $\text{\$}$ -Formeln verwendet \LaTeX eine etwas kleinere Schriftart und versucht, die Formel so zu setzen, dass sie vertikal möglichst wenig Platz beansprucht. Insbesondere werden Hoch- und Tiefstellungen bei manchen mathematischen Symbolen (Limes, Integrale, Summen) anders platziert.

Im Folgenden sehen Sie dreimal dieselbe Formel $\int_{i=1}^n x^i dx$: Im Fließtext sieht die mit `$` geklammerte Formel so aus: $\int_{i=1}^n x^i dx$. Mit `\[... \]` bzw. zwischen `\begin{equation}` und `\end{equation}` erhalten Sie dagegen folgende Ergebnisse:

$$\int_{i=1}^n x^i dx$$

$$\int_{i=1}^n x^i dx \tag{25.1}$$

Wenn Sie möchten, dass eigenständige Formeln nicht zentriert, sondern linksbündig dargestellt werden, können Sie am Beginn des L^AT_EX-Dokuments die Anweisung `\usepackage{fleqno}` verwenden. Anschließend können Sie mit `\mathindent 2cm` eine Einrücktiefe vom linken Rand (hier: 2 cm) angeben. Alternativ dazu können Sie mit `\usepackage{leqno}` erreichen, dass L^AT_EX Formeln in der `equation`-Umgebung nicht rechts-, sondern linksbündig nummeriert werden.

Innerhalb von Formeln wird Text generell kursiv dargestellt. Für Variablen ist das die übliche mathematische Schreibweise. Funktionsnamen sollen dagegen zumeist in aufrechter Schrift dargestellt werden. Dazu existieren eigene L^AT_EX-Kommandos wie `\sin`. $\sin(x^2)$ wird durch den Text `$\sin(x^2)` erzeugt. L^AT_EX kennt die folgenden Kommandos zur Ausgabe von Funktionen:

Schlüsselwörter für mathematische Funktionen

```
\arccos, \arcsin, \arctan, \arg, \cos, \cosh, \cot, \coth, \csc,
\deg, \det, \dim, \exp, \gcd, \hom, \inf, \ker, \lg, \lim, \liminf,
\limsup, \ln, \log, \max, \min, \Pr, \sec, \sin, \sinh, \sup, \tan,
\tanh
```

Wenn innerhalb von Formeln normaler Text oder ein oben nicht angeführter Funktionsname dargestellt werden soll, muss der Text mit `\mbox{...}` angegeben werden. Es sind auch Anweisungen wie `\it varname` oder `\bf X` erlaubt, um längere Variablennamen auszugeben oder Texte hervorzuheben.

L^AT_EX geht manchmal recht sparsam mit Abständen um. In der Formel $\sin(xy)$ (`\sin(x y)`) ist kaum zu erkennen, dass x und y zwei eigenständige Variablen sind, die miteinander multipliziert werden. Zur Vergrößerung der Abstände können Sie die drei Kommandos `\,` (kleiner Abstand), `\:` (mittlerer Abstand) und `\;` (großer Abstand) einsetzen: `\sin(x \: y)` wird dann zu $\sin(x y)$.

Konstruktion mathematischer Formeln

$a^{\{b\}}$	a^b	$\backslash\mathrm{sum}_{\{a\}}^{\{b\}} c$	$\sum_a^b c$
$a_{\{b\}}$	a_b		
$\backslash\mathrm{frac}\{a\}\{b\}$	$\frac{a}{b}$	$\backslash\mathrm{prod}_{\{a\}}^{\{b\}} c$	$\prod_a^b c$
$\backslash\mathrm{sqrt}\{a\}$	\sqrt{a}	$\{a \ \backslash\mathrm{choose} \ b\}$	$\binom{a}{b}$
$\backslash\mathrm{sqrt}[n]\{a\}$	$\sqrt[n]{a}$	$\backslash\mathrm{overline}\{abc\}$	\overline{abc}
$\backslash\mathrm{int}_{\{a\}}^{\{b\}} c$	$\int_a^b c$	$\backslash\mathrm{underline}\{abc\}$	\underline{abc}
$\backslash\mathrm{ooint}_{\{a\}}^{\{b\}} c$	$\oint_a^b c$	$\backslash\mathrm{overbrace}\{abc\}^{\{d\}}$	\overbrace{abc}^d
		$\backslash\mathrm{underbrace}\{abc\}_{\{d\}}$	\underbrace{abc}_d

Die oben genannten Kommandos werden zur Zusammensetzung von Brüchen, Wurzeln, Integralen, Summen etc. eingesetzt. Die Kommandos können beliebig verschachtelt werden, um Wurzeln in Brüchen oder Ähnliches zu erreichen. $\mathrm{\LaTeX}$ kümmert sich automatisch um eine geeignete Schriftgröße und andere Formatierungsdetails. Beachten Sie, dass Sie beim Hoch- und Tiefstellen den jeweiligen Ausdruck in geschweifte Klammern setzen – andernfalls gilt $^$ bzw. $_$ nur für das erste nachfolgende Zeichen.

Wenn Sie mit den von $\mathrm{\LaTeX}$ automatisch gewählten Schriftgrößen nicht zufrieden sind, können Sie diese durch vier Kommandos beeinflussen:

Schriftgröße in mathematischen Formeln

$\backslash\mathrm{displaystyle}$	normal
$\backslash\mathrm{textstyle}$	etwas kleiner (Schriftart in \S -Formeln)
$\backslash\mathrm{scriptstyle}$	noch kleiner (Indizes und Hochzahlen erster Ordnung)
$\backslash\mathrm{scriptscriptstyle}$	winzig (Indizes und Hochzahlen zweiter Ordnung)

Die folgenden Formeln demonstrieren das Zusammenspiel von einigen der hier aufgezählten Kommandos. In den Formeln kommen auch einige Kommandos vor, die erst in den weiteren Abschnitten behandelt werden.

```
\[ \frac{ \frac{a+1}{b-1} }{ \frac{c+1}{d-1} }
\qquad \mbox{und} \qquad
\frac{\displaystyle \frac{a+1}{b-1}}{\displaystyle \frac{c+1}{d-1}} \quad \]
```

$$\frac{\frac{a+1}{b-1}}{\frac{c+1}{d-1}} \quad \text{und} \quad \frac{\frac{a+1}{b-1}}{\frac{c+1}{d-1}}$$

```
\[ \oint_C f(z) \, dz = \int_0^{2\pi} f(z(t)) \frac{dz(t)}{dt} dt \quad \text{mit} \quad z(t) = z_0 + r(\cos(t) + i \sin(t)) \quad \]
```

$$\oint_C f(z) dz = \int_0^{2\pi} f(z(t)) \frac{dz(t)}{dt} dt \quad \text{mit} \quad z(t) = z_0 + r(\cos(t) + i \sin(t))$$

```
\[ \left[ \begin{array}{c}
\displaystyle \frac{\frac{\partial}{\partial u} f(u,v,z)}{a \sqrt{\sin(v)^2 + \sinh(u)^2}} \\
\displaystyle \frac{\frac{\partial}{\partial v} f(u,v,z)}{a \sqrt{\sin(v)^2 + \sinh(u)^2}} \\
\frac{\partial}{\partial z} f(u,v,z)
\end{array} \right]
```

$$\left[\begin{array}{c} \frac{\frac{\partial}{\partial u} f(u,v,z)}{a \sqrt{\sin(v)^2 + \sinh(u)^2}} \\ \frac{\frac{\partial}{\partial v} f(u,v,z)}{a \sqrt{\sin(v)^2 + \sinh(u)^2}} \\ \frac{\partial}{\partial z} f(u,v,z) \end{array} \right]$$

Klammern

Klammern werden prinzipiell direkt mit (\dots) oder $[\dots]$ gebildet. Da geschweifte Klammern eine besondere Bedeutung haben, muss ihnen ein Backslash vorangestellt werden, also $\{ \dots \}$.

In mathematischen Formeln soll die Größe der Klammern im Normalfall dem geklammerten Ausdruck entsprechen. Standardmäßig ist das nicht der Fall, das Verhalten kann aber mit den Kommandos `\left` und `\right` realisiert werden, die der linken bzw. der rechten Klammer vorangestellt werden. Das vorangegangene Beispiel zeigt die Anwendung dieser beiden Kommandos. `\left` und `\right` können auch vor einigen weiteren mathematischen Symbolen verwendet werden, etwa vor $|$ für Beträge.

Matrizen

Zur Darstellung von Matrizen wird die `array`-Umgebung verwendet. Die generelle Syntax lautet:

array-Umgebung

```
\begin{array}{ccc}           % für jede Spalte ein c (centered)
term1 & term2 & term3\\      % Terme durch & trennen, Zeilenende mit \\
term4 & term5 & term6       % in letzter Zeile kein \\
\end{array}
```

Die `array`-Umgebung produziert ungeklammerte Matrizen. Wenn die Matrix geklammert werden soll, müssen den runden oder eckigen Klammern die Kommandos `\left` bzw. `\right` vorangestellt werden.

```
\[                               % Anfang der Formel
\left (                         % große Klammer auf
\begin{array}{cc}              % zweispaltige Matrix
x^y   & \frac{\alpha}{\beta}\\[2.5mm]
a+b+c & \frac{a+b+c}{x^2}
\end{array}
\right )                       % große Klammer zu
\]                             % Ende der Formel
```

$$\left(\begin{array}{cc} x^y & \frac{\alpha}{\beta} \\ a+b+c & \frac{a+b+c}{x^2} \end{array} \right)$$

Mathematische Sonderzeichen

Die Zeichen `+` `-` `/` `=` `!` `'` `|` `(` `)` `[` und `]` können ohne besondere Umstände direkt in Formeln verwendet werden. Daneben existieren unzählige weitere Sonderzeichen (Operatoren, Pfeile, mathematische Symbole), die durch \LaTeX -Kommandos gebildet werden können. Die folgenden Tabellen geben (auszugsweise) die Kommandos für die wichtigsten Sonderzeichen an. Wenn Sie diese Sonderzeichen im normalen Text (und nicht in einer Formel) verwenden möchten, müssen Sie das Kommando zwischen zwei `$`-Zeichen klammern!

Sonderzeichen							
<code>\infty</code>	∞	<code>\cdot</code>	\cdot	<code>\pm</code>	\pm	<code>\neq</code>	\neq
<code>\partial</code>	∂	<code>\circ</code>	\circ	<code>\times</code>	\times	<code>\sim</code>	\sim
<code>\Re</code>	\Re	<code>\bullet</code>	\bullet	<code>\div</code>	\div	<code>\simeq</code>	\simeq
<code>\Im</code>	\Im	<code>\ldots</code>	\ldots	<code>\ast</code>	\ast	<code>\approx</code>	\approx
<code>\forall</code>	\forall	<code>\vdots</code>	\vdots	<code>\ </code>	$\ $	<code>\equiv</code>	\equiv
<code>\exists</code>	\exists	<code>\cdots</code>	\cdots	<code>\vee</code>	\vee	<code>\leq</code>	\leq
		<code>\ddots</code>	\ddots	<code>\wedge</code>	\wedge	<code>\geq</code>	\geq
				<code>\nabla</code>	∇	<code>\ll</code>	\ll
				<code>\oplus</code>	\oplus	<code>\gg</code>	\gg
				<code>\ominus</code>	\ominus		
				<code>\otimes</code>	\otimes		

Pfeile					
<code>\leftarrow</code>	\leftarrow	<code>\Leftarrow</code>	\Leftarrow	<code>\nearrow</code>	\nearrow
<code>\rightarrow</code>	\rightarrow	<code>\Rightarrow</code>	\Rightarrow	<code>\searrow</code>	\searrow
<code>\uparrow</code>	\uparrow	<code>\Uparrow</code>	\Uparrow	<code>\swarrow</code>	\swarrow
<code>\downarrow</code>	\downarrow	<code>\Downarrow</code>	\Downarrow	<code>\nwarrow</code>	\nwarrow
<code>\leftrightharpoonup</code>	\leftrightharpoonup	<code>\Leftrightarrow</code>	\Leftrightarrow		
<code>\updownarrow</code>	\updownarrow	<code>\Updownarrow</code>	\Updownarrow		
<code>\hookleftarrow</code>	\hookleftarrow				

In Formeln müssen einzelne Variablen häufig durch Vektorpfeile, Ableitungsstriche oder -punkte oder durch andere Zusatzsymbole gekennzeichnet werden. Die folgende Tabelle beschreibt die wichtigsten Markierungsbefehle. Beachten Sie bitte, dass Kommandos wie `\vec` nur für einzelne Buchstaben verwendet werden können (und nicht für Buchstaben-gruppen oder noch längere Ausdrücke).

Vektoren und Ableitungen					
<code>\bar{x}</code>	\bar{x}	<code>\tilde{x}</code>	\tilde{x}	<code>x'</code>	x'
<code>\dot{x}</code>	\dot{x}	<code>\ddot{x}</code>	\ddot{x}	<code>x''</code>	x''
		<code>\vec{x}</code>	\vec{x}	<code>x'''</code>	x'''

Griechische und kalligraphische Buchstaben

Griechische Buchstaben werden ebenfalls durch L^AT_EX-Kommandos dargestellt. Der Kom-mandoname ergibt sich aus dem Namen des Buchstabens, also `\alpha` für ein kleines α und `\Delta` für ein großes Δ .

Griechische Buchstaben

<code>\alpha</code>	α	<code>\kappa</code>	κ	<code>\Psi</code>	Ψ	<code>\Upsilon</code>	Υ
<code>\beta</code>	β	<code>\lambda</code>	λ	<code>\omega</code>	ω	<code>\epsilon</code>	ϵ
<code>\chi</code>	χ	<code>\Lambda</code>	Λ	<code>\Omega</code>	Ω	<code>\varphi</code>	φ
<code>\delta</code>	δ	<code>\mu</code>	μ	<code>\rho</code>	ρ	<code>\varpi</code>	ϖ
<code>\Delta</code>	Δ	<code>\nu</code>	ν	<code>\sigma</code>	σ	<code>\varrho</code>	ϱ
<code>\epsilon</code>	ϵ	<code>\phi</code>	ϕ	<code>\Sigma</code>	Σ	<code>\varsigma</code>	ς
<code>\eta</code>	η	<code>\Phi</code>	Φ	<code>\tau</code>	τ	<code>\vartheta</code>	ϑ
<code>\gamma</code>	γ	<code>\pi</code>	π	<code>\theta</code>	θ	<code>\xi</code>	ξ
<code>\Gamma</code>	Γ	<code>\Pi</code>	Π	<code>\Theta</code>	Θ	<code>\Xi</code>	Ξ
<code>\iota</code>	ι	<code>\psi</code>	ψ	<code>\upsilon</code>	υ	<code>\zeta</code>	ζ

Kalligraphische Buchstaben stehen nur als Großbuchstaben zur Verfügung. Zur Darstellung dieser Buchstaben müssen Sie mit `\cal` die Schriftart verändern, also beispielsweise `\cal A` `\cup` `\cal B` für $\mathcal{A} \cup \mathcal{B}$ schreiben.

25.5 Steuerung des Layouts

Im Großen und Ganzen führt \LaTeX den Zeilen- und Seitenumbruch selbstständig durch und kommt dabei zu recht guten Ergebnissen. Es gibt aber auch Situationen, in denen \LaTeX versagt. Fallweise (aber nicht immer) zeigt \LaTeX Probleme beim Umbruch durch Warnungen der Form *over-/underfull hbox/vbox* an. Damit ist gemeint, dass \LaTeX Text außerhalb des Seitenrands platziert hat oder dass im Text sehr große Löcher auftreten. Die wahrscheinlichste Fehlerursache ist ein langes Wort, in dem \LaTeX keine Trennmöglichkeit erkannt hat.

Aber auch wenn \LaTeX keine Warnungen liefert, kann es vorkommen, dass Sie mit dem Ergebnis nicht zufrieden sind – etwa weil \LaTeX versucht hat, eine Seite optimal auszunutzen und dabei eine oder zwei Zeilen eines neuen Absatzes noch auf dieser Seite platziert hat, obwohl der Beginn einer neuen Seite der Übersichtlichkeit halber sinnvoller wäre. Dieser Abschnitt fasst die wichtigsten Möglichkeiten zusammen, manuell (also durch zusätzliche Kommandos) in den Umbruch einzugreifen.

Trennungen

\LaTeX trennt prinzipiell automatisch. Die dabei angewandten Trennregeln sind überraschend zuverlässig, d. h. es kommt nur sehr selten vor, dass \LaTeX wirklich falsch trennt. Sehr viel öfter tritt der Fall ein, dass \LaTeX keine eindeutige Trennposition entdeckt, das Wort daher ungetrennt lässt und dann beim Zeilenumbruch in Schwierigkeiten gerät (große Löcher oder Text, der über den Seitenrand hinausragt). In diesem Fall können Sie in das betreffende Wort mit `\-` so genannte weiche Trennungen einfügen. \LaTeX trennt das Wort dann – falls notwendig – an einer der von Ihnen angegebenen Stellen. Am häufigs-

ten treten Trennprobleme bei Wörtern mit deutschen Sonderzeichen auf, beispielsweise bei `an\ -schlie\ -ßend` oder `Schlüs\ -sel\ -wör\ -ter`.

Manchmal tritt auch das umgekehrte Problem auf – Sie möchten vermeiden, dass L^AT_EX ein (oft kurzes) Wort trennt. Dazu stellen Sie einfach das gesamte Wort in ein `\mbox{ }`-Kommando.

Trennung beeinflussen

<code>\ -</code>	weiche Trennung
<code>\mbox{wort}</code>	Wort nicht trennen

In den L^AT_EX-Distributionen NTeX und TeTeX sind bereits die Trenndateien für Englisch, Amerikanisch, Deutsch und einige andere Sprachen eingebaut. Die deutschen Trennungen werden durch das `german`-Package aktiviert. Wenn Ihr Text gemäß der neuen Rechtschreibung getrennt werden soll, müssen Sie statt `german` das neue Paket `ngerman` verwenden.

Wortzwischenräume und horizontale Leerräume

Um die einzelnen Zeilen eines Absatzes im Blocksatz darzustellen, fügt L^AT_EX zwischen allen Wörtern einen (innerhalb einer Zeile) einheitlichen Leerraum ein und nach einem Punkt (Satzende) einen etwas größeren Leerraum. Wenn nach einem Punkt nur ein normaler Abstand verwendet werden soll (etwa bei Abkürzungen), muss nach dem Punkt `_` angegeben werden: `Dr. _ Huber` für `Dr. Huber`. (`_` steht für ein Leerzeichen.) Wenn zwei Wörter nicht durch einen Zeilenumbruch getrennt werden sollen, kann ein fixes Leerzeichen mit `~` angegeben werden, beispielsweise `3~cm`.

Zusätzlicher Leerraum zwischen zwei Wörtern kann durch `\quad`, `\qqquad` oder `\hspace{abstand}` eingefügt werden. Syntaktisch überflüssige Leerzeichen vor bzw. nach diesen Kommandos sollten vermieden werden, weil sich dadurch ungewollt ein größerer Leerraum ergeben kann.

Die drei oben genannten Kommandos erzeugen Abstände einer genau vorgegebenen Breite. Ganz anders sieht die Wirkung von `\hfill` aus. Dieses Kommando fügt den gesamten zur Verfügung stehenden Freiraum einer Zeile an der aktuellen Position ein. Wird `\hfill` in einer Zeile mehrfach verwendet, verkleinert sich der eingefügte Raum entsprechend. Wenn `\hfill` am Ende einer Zeile verwendet wird, muss die Zeile mit `\hbox{ }` abgeschlossen werden. Damit wird ein unsichtbares L^AT_EX-Objekt erzeugt, das als Grenze für `\hfill` wirkt. Beispiel:

```
\hfill zentriert \hfill\hbox{ }
```

zentriert

Zusätzliche vertikale und horizontale Abstände

<code>_</code> <code>~</code>	Wortzwischenraum nach Interpunktionszeichen fixes Leerzeichen; an dieser Stelle erfolgt kein Zeilen- umbruch
<code>\quad</code>	zusätzlicher Leerraum der Größe 1 em (siehe unten)
<code>\qquad</code>	zusätzlicher Leerraum von 2 em (siehe unten)
<code>\hspace{abstand}</code>	Leerraum der angegebenen Größe einfügen
<code>\hspace*{abstand}</code>	wie oben, aber auch bei Zeilenumbruch
<code>\hfill</code>	so großen Abstand einfügen, dass Zeile ausgefüllt wird
<code>\dotfill</code>	wie oben, aber statt Leerraum punktierte Linie
<code>\hrulefill</code>	wie oben, aber durchgezogene Linie
<code>\hbox{ }</code>	unsichtbares \LaTeX -Objekt (als Abgrenzung für <code>\hfill</code>)

Zahlenwerte in Kommandos wie `\hspace` können sowohl mit einem Dezimalpunkt als auch mit Komma angegeben werden. Der Zahlenwert muss immer mit einer Einheit abgeschlossen werden (auch bei 0).

Maßeinheiten

mm	Millimeter
cm	Zentimeter
pt	Punkt (1 Punkt = 0.353 mm)
ex	die Höhe eines x im aktuellen Zeichensatz
em	die Breite eines Gedankenstrichs (–) im aktuellen Zeichensatz

Zeilenumbruch und vertikale Leerräume

Innerhalb eines Absatzes beginnt \LaTeX generell nur dann eine neue Zeile, wenn in der aktuellen Zeile kein Platz mehr ist. Einen vorzeitigen Zeilenwechsel können Sie mit `\\` erreichen. Wenn Sie dahinter in eckigen Klammern einen Abstand angeben, fügt \LaTeX außerdem einen entsprechenden vertikalen Leerraum ein: `\\ [1cm]`. Wenn zwischen `\\` und der Maßangabe ein `*` steht, wird der Leerraum auch dann eingefügt, wenn ein Seitenwechsel durchgeführt wird. (Das ist nur in den seltensten Fällen sinnvoll!) Zwischen zwei Absätzen kann mit `\vspace{abstand}` ein zusätzlicher Abstand eingefügt werden. Für alle Maße sind auch negative Zahlen erlaubt.

Manueller Zeilenumbruch

<code>\\</code>	Zeilenwechsel ohne Randausgleich (kein Blocksatz in dieser Zeile)
<code>\\ [abstand]</code>	Zeilenwechsel mit erhöhtem Abstand zur nächsten Zeile
<code>\\ * [abstand]</code>	wie oben, aber Abstand auch bei Seitenwechsel
<code>\linebreak</code>	Zeilenwechsel mit Randausgleich (Blocksatz)
<code>\vspace{abstand}</code>	zusätzlicher Abstand zwischen zwei Absätzen
<code>\vspace*{abstand}</code>	wie oben, aber Abstand auch bei Seitenwechsel

Fester Seitenumbruch

Ein fester Seitenumbruch kann mit den drei Kommandos `\newpage`, `\pagebreak` und `\clearpage` erreicht werden. Die Unterschiede gehen aus der folgenden Tabelle hervor.

Manueller Seitenumbruch

<code>\newpage</code>	beginnt eine neue Seite/Spalte, der Rest der Seite bleibt leer
<code>\pagebreak</code>	wie oben, aber vertikaler Randausgleich (größerer Absatzabstand)
<code>\clearpage</code>	neue Seite, auch bei zweispaltigem Text

Eigene Kopfzeilen

Normalerweise kümmert sich L^AT_EX selbstständig um Kopfzeilen und gestaltet diese je nach Texttyp. Am aufwändigsten geht L^AT_EX dabei beim Texttyp `book` vor. Es unterscheidet zwischen geraden und ungeraden Seiten und nimmt die Kapitel- und Abschnittsüberschrift mit in die Kopfzeilen auf. Wenn Sie mit den Kopf- und Fußzeilen nicht zufrieden sind, können Sie über `\pagestyle` die automatischen Kopfzeilen deaktivieren und via `\markright` oder `\markboth` eigene Kopfzeilen definieren. Den so definierten Kopfzeilen wird durch L^AT_EX automatisch die laufende Seitenzahl hinzugefügt.

Kopfzeilen

<code>\pagestyle{headings}</code>	automatische Gestaltung der Kopfzeile (Defaulteinstellung)
<code>\pagestyle{empty}</code>	keine Kopfzeile, keine Seitenzahl
<code>\pagestyle{plain}</code>	keine Kopfzeile, Seitenzahl zentriert in der Fußzeile
<code>\pagestyle{myheadings}</code>	eigene Kopfzeile, siehe <code>\markright</code> und <code>\markboth</code>
<code>\thispagestyle</code>	wie <code>\pagestyle</code> , aber nur für eine Seite
<code>\markright{Kopfzeile}</code>	Kopfzeile für einseitige Texte
<code>\markboth{links}{rechts}</code>	Kopfzeile für zweiseitige Texte

Über die hier beschriebenen Kommandos ist es nicht möglich, die optische Gestaltung der automatischen L^AT_EX-Kopfzeilen zu verändern. L^AT_EX stellt die Überschriften in den Kopfzeilen standardmäßig in Großbuchstaben und ohne Unterstreichung dar, also ganz anders als in diesem Buch. Wenn ein anderes Layout gewünscht wird, muss die Einstellung durch eine eigene Style-Datei verändert werden. Noch eleganter geht es, wenn die Style-Datei `fancyheadings.sty` zur Verfügung steht.

Globale Layouteinstellung

Das Layout eines \LaTeX -Textes kann nicht nur durch diverse, zumeist nur auf kleine Textausschnitte angewandte Kommandos beeinflusst werden, sondern auch durch globale Einstellungen. Diese Einstellungen werden normalerweise vor dem eigentlichen Beginn des Textes (also vor `\begin{document}`) vorgenommen und gelten dann für den gesamten Text. Viele der im Folgenden aufgelisteten Kommandos können aber auch irgendwo im Text verwendet werden und entfalten ihre Wirkung dann erst ab dieser Stelle.

Zur Veränderung der meisten Maßangaben existieren eigene Kommandos. Dabei gilt folgende Syntax: `\kommandomaß` (ohne Leerzeichen zwischen Kommando und Einstellung). Einige Einstellungen müssen durch eine direkte Veränderung von \LaTeX -Variablen durchgeführt werden. In diesem Fall lautet die Syntax: `\setcounter{name}{wert}`.

Die folgende Tabelle fasst die Maße zur Einstellung der bedruckten Bereiche einer Seite zusammen. Die Kommandos sind dabei logisch von links nach rechts bzw. von oben nach unten geordnet.

Seitenlayout	
<code>\oddsidemarginmaß</code>	Abstand linker Papierrand – Text bei ungeraden Seiten
<code>\evensidemarginmaß</code>	Abstand linker Papierrand – Text bei geraden Seiten
<code>\textwidthmaß</code>	Textbreite (bedruckter Seitenbereich)
<code>\topmarginmaß</code>	Abstand oberer Papierrand – Kopfzeile
<code>\headheightmaß</code>	Höhe der Kopfzeile
<code>\headsepmaß</code>	Abstand Kopfzeile – Text
<code>\textheightmaß</code>	Texthöhe (für den eigentlichen Text ohne Kopf- und Fußzeilen)
<code>\columnsepmaß</code>	Spaltenabstand (nur bei zweispaltigem Text)
<code>\columnseprulemaß</code>	Stärke der Linie zwischen den Spalten (Standard: 0)
<code>\footskipmaß</code>	Abstand zwischen Text und dem unteren (!) Ende der Fußzeile
<code>\headheightmaß</code>	Höhe der Fußzeile

Standardmäßig fügt \LaTeX zwischen zwei Absätzen keinen Zwischenraum ein. Dafür wird ab dem zweiten Absatz eines Abschnitts die jeweils erste Zeile des Absatzes ein wenig eingerückt. Wenn Sie eine Absatzgestaltung wie in diesem Buch erreichen möchten (kein Einzug, dafür spürbarer Absatzabstand), müssen Sie `\parindent` auf 0 setzen (Maßeinheit nicht vergessen – trotz 0) und für `\parskip` einen vernünftigen Wert – beispielsweise 2ex – setzen.

Erklärungsbedürftig ist auch das Kommando `\flushbottom`: Es bewirkt, dass \LaTeX einen vertikalen Randausgleich durchführt. Dabei wird zwischen Absätzen und Überschriften so viel Leerraum eingefügt, dass alle Seiten exakt gleich lang sind. Standardmäßig ist diese Formatierung nur beim Texttyp `book` aktiviert und kann dort mit `\raggedbottom` abgeschaltet werden.

Absatzlayout

<code>\parindentmaß</code>	Einzug der ersten Zeile des Absatzes
<code>\parskipmaß</code>	Abstand zwischen zwei Absätzen
<code>\raggedright</code>	kein Blocksatz, sondern Flattersatz
<code>\flushbottom</code>	vertikaler Randausgleich (gleichbleibende Seitenhöhe)
<code>\raggedbottom</code>	kein vertikaler Randausgleich

Die Syntax zur Veränderung des Zeilenabstands weicht von der der obigen Kommandos ab: Mit `\renewcommand{\baselinestretchfaktor}` wird der normale Zeilenabstand um den angegebenen Faktor vergrößert oder verkleinert. Diese etwas ungewöhnliche Definition ist notwendig, weil der Zeilenabstand von der aktuellen Schriftgröße abhängig ist und daher nicht auf einen starren Wert gesetzt werden sollte.

Üblicherweise nummeriert \LaTeX alle Überschriften bis einschließlich `\subsubsection` automatisch durch, was zu Abschnittsnummern wie 3.5.2.1 führt. In diesem Buch wurde die Nummerierung durch eine Veränderung der Variablen `secnumdepth` auf zwei Ebenen (Kapitel und Abschnitte) reduziert. Analog kann die Anzahl der Ebenen für das Inhaltsverzeichnis über die Variable `tocdepth` gesteuert werden (in diesem Buch drei Ebenen).

Nummerierung von Überschriften

<code>\setcounter{secnumdepth}{n}</code>	$n+1$ Gliederungsebenen nummerieren
<code>\setcounter{tocdepth}{n}</code>	$n+1$ Gliederungsebenen ins Inhaltsverzeichnis
<code>\setcounter{page}{n}</code>	verändert die laufende Seitenzahl
<code>\setcounter{chapter}{n}</code>	verändert die laufende Kapitelzahl
<code>\setcounter{section}{n}</code>	verändert die laufende Abschnittszahl

25.6 Metafont- und PostScript-Zeichensätze

Vermutlich die größten Verständnisprobleme bei der Arbeit mit \LaTeX bereitet der Umgang mit Zeichensätzen. Dieser Abschnitt versucht, ein wenig Klarheit zu schaffen. Die zwei zentralen Themen dieses Abschnitts sind das \LaTeX -Zusatzprogramm Metafont, mit dem die \LaTeX -eigenen Zeichensätze erzeugt werden (zumeist dynamisch während des Ausdrucks), und die Verwendung von echten PostScript-Zeichensätzen an Stelle der \LaTeX -Originalschriften.

Metafont-Grundlagen

Als \LaTeX ursprünglich entwickelt wurde, war der Druckermarkt noch unübersichtlicher als jetzt. Einen etablierten Standard wie PostScript mit zahllosen vordefinierten Schrift-

arten zu einem für (beinahe) jedermann erschwinglichen Preis gab es noch nicht. Aus diesem Grund wurde gleichzeitig mit \LaTeX das Programm Metafont entwickelt. Dieses Programm ist für die Berechnung der Zeichensätze zuständig. Das Ziel war es, möglichst jeden beliebigen Drucker in optimaler Qualität unterstützen zu können. Vor diesem Hintergrund ist auch zu verstehen, warum Metafont mit Bitmap-Zeichensätzen (und nicht wie PostScript mit beliebig skalierbaren Vektorzeichensätzen) arbeitet. \LaTeX und Metafont bilden bis heute ein integratives Paket, jedes Programm für sich ist praktisch wertlos.

Wie funktioniert Metafont? Ausgangspunkt für alle Zeichensätze sind `name.mf`-Dateien. Diese Textdateien enthalten Kommandos zum Zeichnen der einzelnen Buchstaben eines Zeichensatzes. Das Programm Metafont erzeugt je nach den angegebenen Optionen eine oder zwei Dateien: in jedem Fall eine Bitmap-Datei `name.nnnpk` und manchmal (wenn diese Datei noch nicht existiert) die Metrikdatei `name.tfm`.

Die Bitmap-Dateien (`*.nnnpk`) enthalten den Zeichensatz in komprimierter Form. In dieser Bitmap ist jeder Buchstabe durch Tausende von Einzelpunkten (Pixeln) dargestellt. `nnn` steht dabei für einen Faktor aus Auflösung in dpi (dots per inch) und Vergrößerung. Typische dpi-Werte sind 300 oder 600 dpi bei Laserdruckern sowie 1270 oder 2540 dpi bei Belichtungsgeräten. Der Vergrößerungsfaktor kommt ins Spiel, wenn ein Zeichensatz in einer anderen Größe als in seiner Entwurfsgröße benötigt wird (z. B. bei `\small` oder `\large`). Daraus ergeben sich dann Werte wie 720 (600 mal 1,2).

Die Metrikdateien (`*.tfm`) enthalten alle Angaben über die Größen der einzelnen Buchstaben. Auch wenn es zu einem Zeichensatz mehrere `*pk`-Dateien gibt, existiert immer nur eine Metrikdatei (die wahre Größe der Buchstaben ist ja von der Druckerauflösung unabhängig).

Nun zur realen Bedeutung dieser beiden Dateitypen: Die Metrikdateien `*.tfm` werden während der Bearbeitung eines Textes durch \LaTeX benötigt. \LaTeX entnimmt diesen Dateien die Information, wie groß die jeweiligen Buchstaben sind, und führt anhand dieser Daten den Zeilen- und Seitenumbruch durch. Das Ergebnis ist eine DVI-Datei (*device independent*), die die eigentlichen Zeichensätze noch nicht enthält und in dieser Form weder ausgedruckt noch angezeigt werden kann.

Die `*pk`-Dateien werden erst beim Ausdruck bzw. bei der Anzeige der Datei am Bildschirm (`xdvi`) benötigt. Wenn die gerade erforderliche `*pk`-Datei in der Auflösung des Druckers bzw. Bildschirms und in der gewünschten Vergrößerung noch nicht existiert, wird Metafont automatisch gestartet. Deswegen kann es beim ersten Ausdruck eines Textes mit vielen Schriftarten und -größen zu erheblichen Verzögerungen kommen. Beim nächsten Mal stehen die erforderlichen `*pk`-Dateien dann aber bereits zur Verfügung.

Im Regelfall müssen Sie sich um Zeichensatzdateien nicht kümmern und brauchen das Programm Metafont (Kommandoname `mf`) nie selbst aufzurufen. Alle erforderlichen `*.mf`- und `*.tfm`-Dateien sind bereits vorinstalliert, die `*.nnnpk`-Dateien werden je nach Bedarf automatisch erzeugt.

Ausdruck in einer höheren Auflösung als 300 dpi

dvips konvertiert DVI-Dateien in PostScript-Dateien. Das Programm startet bei fehlenden Zeichensatzdateien automatisch das Programm Metafont. Zur Veränderung der Auflösung sieht dvips die Option `-D` vor. Der Standardwert ist in der dvips-Konfigurationsdatei `config.ps` im Verzeichnis `./dvips/config` voreingestellt (meist mit 600 dpi).

Eine Veränderung der Auflösung durch `-D` funktioniert allerdings nicht für jede Auflösung. Der Grund dafür findet sich in der Script-Datei `mktexpk` (die via Make-TeXPK von dvips zur Generierung fehlender Zeichensätze aufgerufen wird). Dort sind nur für die genannten Auflösungsstufen die entsprechenden Druckermodi voreingestellt. Das folgende Listing zeigt den dafür relevanten Ausschnitt aus `mktexpk`:

```
# /usr/bin/mktexpk
...
if test -z "$MODE" || test "x$MODE" = xdefault; then
  case "$BDPI" in
    85) MODE=sun;;
    180) MODE=toshiba;;
    300) MODE=cx;;
    400) MODE=nexthi;;
    600) MODE=ljfour;;
    1270) MODE=linoone;;
    *) echo "$progname: Can't guess mode for " >&2
       echo "$progname: $BDPI dpi devices." >&2
       echo "$progname: Use a config file, or update me." >&2
       exit 1
  esac
fi
...
```

Das Programm Metafont erwartet als Parameter zum Erzeugen eines Zeichensatzes nämlich nicht nur die gewünschte Auflösung, sondern auch zusätzliche Informationen über den Druckertyp. Wenn der Druckertyp bekannt ist, kann Metafont die Datei `modes.mf` im Verzeichnis `/usr/share/texmf/metafont/misc` auswerten. In dieser Datei sind zahllose Drucker und Belichtungsmaschinen aufgezählt. Dazu sind diverse druckerspezifische Daten gespeichert, um die Zeichensätze optimal an die Besonderheiten des Druckers anzupassen. Beispielsweise werden bei Druckern, die einzelne Pixel zu groß darstellen, dünnere Zeichensätze generiert, um diesen Mangel zu kompensieren. Ein typischer Eintrag in `modes.mf` sieht beispielsweise so aus (hier für einen Canon-Tintenstrahlprinter mit 360 dpi):


```
% /usr/share/texmf/metafont/misc/modes.mf
...
% From {\tt sjwright@cix.compulink.co.uk}, 9 February 1994.
mode_def bjenex = % Canon BubbleJet 10ex
  mode_param (pixels_per_inch, 360);
  mode_param (blacker, .6);
  mode_param (fillin, 0);
  mode_param (o_correction, .6);
  mode_common_setup;
enddef;
...
```

Um einen Ausdruck für diesen Drucker zu erzeugen, müssen Sie in MakeTeXPK die folgende Zeile in die case-Verzweigung einfügen:

```
# in /usr/bin/mktexpk einfügen
360) MODE=bjenex;;
```

Anschließend können Sie dvips mit der Option `-D 360` aufrufen und die resultierende PostScript-Datei mittels `gs` mit der Option `-sDEVICE=bj10e` in das Format des Canon-Druckers konvertieren. Beachten Sie, dass diese Vorgehensweise nur bei der Verwendung von \LaTeX -Schriften zufrieden stellende Ergebnisse liefert. PostScript-Schriften können nur dann in einer ansprechenden Qualität in das Format eines anderen Druckers konvertiert werden, wenn die erforderlichen PostScript-Schriften zur Verfügung stehen.

VERWEIS

Weitere Informationen zu PostScript-Schriften folgen im übernächsten Abschnitt. Das Programm `dvips` wird detailliert in Kapitel 10 auf Seite 1100 behandelt. In diesem Kapitel werden auch alle anderen Linux-Programme zum Drucken von Texten beliebiger Herkunft beschrieben.

Zeichensatzdateien

Wenn Sie wissen möchten, welche Zeichensatzdateien Ihnen zur Verfügung stehen, können Sie in das Verzeichnis `/usr/share/texmf` wechseln. Dort führen Sie das Kommando

```
user$ find -name '*.mf'
```

aus. Das Ergebnis ist eine lange Liste von Zeichensätzen (auf meinem Rechner etwa 1750). Von diesen Zeichensätzen werden Sie normalerweise nur einen Bruchteil benötigen, nämlich die aus den Unterverzeichnissen `./fonts/source/public`. Die restlichen Zeichensätze sind für diverse \TeX - und \LaTeX -Erweiterungen (z. B. `AmsTeX`) vorgesehen, die beispielsweise im Buch *\LaTeX -Ergänzungen Band 2* von Helmut Kopka beschrieben werden.

Die Dateinamen der \LaTeX -Standardschriften beginnen mit den beiden Buchstaben `'cm'`, die für *computer modern* stehen. Die `cm`-Schriften sind nach wie vor der De-facto-Standard für alle \LaTeX -Dokumente. Parallel dazu wurde in den letzten Jahren eine neue

Generation von Schriftarten entwickelt, die als dc-Schriften bezeichnet werden. Die dc-Schriften unterscheiden sich vor allem durch einen erweiterten Zeichensatz (mehr Sonderzeichen) von den cm-Schriften. Ihr größter Nachteil besteht darin, dass die Zeichencodes zum Teil von denen der cm-Schriften abweichen und daher Inkompatibilitäten auftreten. Die Verwendung der dc-Schriften setzt daher neue Trenndateien etc. voraus. (Informationen dazu finden Sie ebenfalls im gerade erwähnten Buch von Kopka.)

Verwendung von PostScript-Schriftarten

In diesem Abschnitt geht es nicht einfach darum, einen \LaTeX -Text auf einem PostScript-Drucker auszudrucken – dazu ist ja lediglich das Programm `dvips` erforderlich. Das eigentliche Thema ist es vielmehr, beim Ausdruck nicht die Original- \LaTeX -Schriften zu verwenden, sondern die bekannten PostScript-Schriftarten wie Courier, Helvetica, Times Roman oder Palatino.

Der Hauptvorteil bei der Verwendung von PostScript-Schriften besteht darin, dass Sie einen größeren Spielraum bei der Auswahl von Schriftarten haben. Ein weiteres Argument, das für PostScript-Schriften spricht, ist die bessere Skalierbarkeit. PostScript-Schriften werden von jedem PostScript-Drucker immer in der bestmöglichen Qualität wiedergegeben. Wenn Sie dagegen mit \LaTeX -Schriftarten arbeiten, müssen Sie für jeden Drucker eine eigene Datei erzeugen, um eine optimale Qualität zu erzielen. (Wie ein Ausdruck in einer höheren Auflösung als 300 dpi durchgeführt wird, wurde auf Seite 1092 besprochen.)

Die Verwendung von PostScript-Schriften ist im Prinzip ganz einfach: Sie müssen lediglich das Kommando `\usepackage` am Beginn Ihres Dokuments ausführen und dabei einen der folgenden Package-Namen angeben:

PostScript-Font-Pakete

<code>avant</code>	AvantGarde statt Sans Serif, andere Schriften: Original- \LaTeX
<code>bookman</code>	Bookman als Standardschrift, AvantGarde statt Sans Serif, Courier statt Typewriter
<code>helvetica</code>	Helvetica statt Sans Serif, andere Schriften: Original- \LaTeX
<code>newcentury</code>	Standardschrift NewCenturySchoolbook, AvantGarde statt Sans Serif, Courier statt Typewriter
<code>palatino</code>	Standardschrift Palatino, Helvetica statt Sans Serif, Courier statt Typewriter
<code>times</code>	Standardschrift Times Roman, Helvetica statt Sans Serif, Courier statt Typewriter

Je nach Distribution finden Sie in `./tex/latex/psnfss/` weitere Packages.

Beachten Sie, dass Sie auch bei der Verwendung von PostScript-Schriften noch immer die `dvips`-Option `-D` zur Einstellung der gewünschten Auflösung Ihres Druckers ver-

wenden müssen. Mathematische Sonderzeichen werden nämlich weiterhin über \LaTeX -Zeichensätze (und damit auflösungsabhängig) erzeugt.

Eine Eigenheit bei der Verwendung von PostScript-Zeichensätzen besteht darin, dass die beiden Apostrophe ' und ' nur mit einer Lupe voneinander zu unterscheiden sind. Typografisch mag das durchaus korrekt sein, wenn die Zeichen aber in Programmlistings benötigt werden, ist das ein großes Problem. Eine Notlösung besteht darin, den nach rechts gerichteten Apostroph durch das Mathematikkommando `\grave{}` zu bilden (liefert `\`). Dieser Weg wurde auch in diesem Buch beschritten.

25.7 \LaTeX für Fortgeschrittene

Dieser Abschnitt behandelt einige fortgeschrittene Themen und richtet sich damit vor allem an \LaTeX -Anwender, die vorhaben, umfangreichere Texte zu gestalten und die Möglichkeiten von \LaTeX bis zum Limit auszuschöpfen. Die Teilabschnitte zeigen, wie Sie eigene Makros definieren und Texte in mehrere Dateien zerlegen können. Schließlich verrät der letzte Teilabschnitt einige Tricks, die beim Satz dieses Buchs eingesetzt wurden.

Makros

Beim Erstellen längerer \LaTeX -Texte werden Sie feststellen, dass Sie bestimmte \LaTeX -Kommandos immer wieder benötigen. Zur Minimierung des Tippaufwands, aber auch zur Erhöhung der Übersichtlichkeit können Sie in solchen Fällen Makros definieren, die sich dann wie \LaTeX -Kommandos verhalten. Die Definition von Makros muss vor `\begin{document}` erfolgen.

Es existieren drei Typen von Makrodefinitionen: Einfache Kommandos ohne Parameter, Kommandos mit Parametern und schließlich eigene Umgebungen. Die Syntax für die Definition neuer Kommandos sieht folgendermaßen aus:

Definition eigener Makros und Umgebungen

<code>\newcommand{\name}{code}</code>	Kommando ohne Parameter
<code>\newcommand{\name}[n]{code}</code>	Kommando mit n Parametern
<code>\newenvironment{name}{code1}{code2}</code>	neue Umgebung

Bei Kommandos mit Parametern können diese im Codebereich mit #1, #2 etc. verwendet werden. Umgebungen kennen zwei Codebereiche: Der erste wird am Beginn der Umgebung ausgeführt, der zweite am Ende der Umgebung. Neue Kommandos können anschließend mit `\name` bzw. `\name{para1}{para2}{...}` aufgerufen werden. Neue Umgebungen werden mit `\begin{name}` und `\end{name}` verwendet.

Die folgenden Zeilen zeigen ein Beispiel für neue Kommandos, einmal mit und einmal ohne Parameter. Ein Beispiel für eine neue Umgebung finden Sie auf Seite 1098.

```
\newcommand{\dat}{\small\tt}           % Schriftart für Dateien
\newcommand{\bild}[3]{\begin{figure}[h] % Bild einfügen und
  \centerline{\epsfxsize=90mm\epsffile{#1}} % beschriften
  \caption{\label{#2} {\it #3}}
\end{figure}}
```

Nun zur Anwendung dieser Kommandos: `{\dat Datei\ -name}` liefert den Text Dateiname. Die Anweisung `\bild{datei}{marke}{Beschriftung}` fügt die angegebene PostScript-Datei in den Text ein, definiert eine Marke für Querverweise und beschriftet die Abbildung mit dem angegebenen Text. Die meisten Abbildungen in diesem Buch – sofern keine Spezialwünsche bestanden – wurden mit diesem Makro eingefügt.

Im nächsten Beispiel wird die neue Umgebung `mycomment` definiert. Text innerhalb dieser Umgebung wird klein, kursiv und beidseitig eingerückt gesetzt.

```
\newenvironment{mycomment}{\begin{quote}\small\sl}{\end{quote}}
```

Text, der zwischen `\begin{mycomment}` und `\end{mycomment}` gesetzt wird, sieht aus wie dieser Absatz.

Bearbeitung umfangreicher Texte

Wenn Sie längere Texte mit L^AT_EX schreiben möchten, ist es sinnvoll, den Text in mehrere Dateien zu zerlegen. Bewährt hat sich dabei die Unterteilung in eine zentrale Steuerungsdatei (`buch.tex`), eine Datei mit globalen Einstellungen und Makrodefinitionen (`header.tex`) sowie je eine Datei für jedes Kapitel. (L^AT_EX hat übrigens auch bei solcherart zusammengesetzten Dokumenten keinerlei Probleme mit dem Inhalts- und Stichwortverzeichnis. Querverweise können ohne weiteres von einem Kapitel in ein anderes verweisen.)

Das wichtigste Kommando zum Zusammensetzen von Texten aus mehreren Dateien lautet `\input{datei}`. Es liest an der Stelle seines Auftretens die angegebene Datei und verarbeitet sie, als stünde der darin enthaltene Text an der Stelle des `\input`-Kommandos. `\input` darf auch verschachtelt auftreten. Wenn in `\input` keine Dateikennung angegeben wird, hängt L^AT_EX selbstständig `.tex` an den Dateinamen an.

externe Datei einlesen

```
\input{datei}    fügt an dieser Stelle die angegebene LATEX-Datei ein
```

Die Zerlegung langer Texte in mehrere Dateien hat nicht nur den Vorteil einer besseren Übersichtlichkeit, sie beschleunigt auch das Arbeitstempo. Während der Arbeit an einem Kapitel können alle anderen `\input`-Zeilen in `buch.tex` durch ein vorangestelltes `%`-Zeichen auskommentiert werden. Die Bearbeitung des Textes durch L^AT_EX wird dadurch erheblich beschleunigt. Die Dateien `buch.tex` und `header.tex` sehen in der Regel etwa so aus:

```
% BUCH.TEX: zentrale Steuerungsdatei
\input{header}
\makeindex
\begin{document}
\tableofcontents          % Inhaltsverzeichnis einfügen
\input{vorwort}
\input{kapitel1} \input{kapitel2} \input{kapitel3} % ...
% ...
\begin{appendix}
\input{anhang_a} \input{anhang_b} \input{anhang_c} % ...
\end{appendix}
\printindex               % Stichwortverzeichnis einfügen
\end{document}

% HEADER.TEX: globale Einstellungen, Makros
\documentclass{book}      % Dokumenttyp
\usepackage{ngerman}      % diverse Makrodateien
\usepackage{isolatin1}
\parindent0pt            % globale Einstellungen
\parskip2ex              % etc.
\newcommand{\dat}[1]{\small\tt #1} % Makrodefinitionen
```

Besonderheiten beim Satz dieses Buchs

Wenn Sie dieses Buch durchblättern, werden Ihnen vielleicht einige Besonderheiten des Layouts auffallen, die nicht ganz L^AT_EX-typisch sind. Dieser Abschnitt verrät einige Tricks, die dabei eingesetzt wurden. Eine detaillierte Erklärung, warum das funktioniert, würde allerdings in die Tiefen von L^AT_EX und T_EX führen und ist hier leider aus Platzgründen unmöglich.

In diesem Buch werden Tastensymbole in der Form (Strg)+(C) durch das Kommando `\keys{Strg}+\keys{C}` dargestellt. Die Tastensymbole werden dabei nicht durch eine besondere Schriftart erzeugt, sondern durch ein Makro, das auf einige elementare Grafikbefehle von L^AT_EX zurückgreift. Die vielen %-Zeichen am Ende jedes Kommandos haben übrigens auch einen Zweck: Sie verhindern eventuell störende Zwischenräume.

<code>\newbox\mybox%</code>	Variable für LaTeX-Box
<code>\newcount\laenge%</code>	Variable für Integerzahl
<code>\newcount\laengehalbe%</code>	noch eine Variable
<code>\newcommand{\keys}[1]{%</code>	als Parameter wird Text übergeben
<code>\setbox\mybox=%</code>	Parameter in der Box speichern
<code>\hbox{\footnotesize #1}%</code>	
<code>\laenge=wd\mybox%</code>	Länge der Box ermitteln
<code>\advance\laenge by 370000%</code>	um 2 mm verlängern
<code>\laengehalbe=\laenge%</code>	die Hälfte davon
<code>\divide \laengehalbe by 2%</code>	
<code>\unitlength1sp%</code>	alle Maße in sp (1/65536 pt)

```
% Picture-Umgebung für Grafik-Kommandos:
% \laenge breit, 600000 sp = 3,2 mm hoch
% horizontaler Offset 0,
% vertikaler Offset 140000 sp (0,7 mm) unter normalen Text
\begin{picture}(\laenge,600000)(0, 140000)%
% Oval zeichnen
\put(\laengehalbe, 300000){\oval(\laenge, 600000)}%
% gespeicherte Box in diesem Oval ausgeben
% horiz. Offset 1 mm, vert. Offset 0.7 mm
\put(185000, 140000){\unhbox\mybox}%
\end{picture}}
```

Relativ häufig werden in diesem Buch Syntaxboxen für diverse Zusammenfassungen und zum Teil auch für Überschriften verwendet. Das normale `\fbox`-Kommando ist hierfür nicht geeignet, weil darin das ständig benötigte Kommando `\verb` nicht verwendet werden darf. Das folgende Makro greift auf die neue L^AT_EX 2_ε-Umgebung `lrbox` zurück. Um die Box zusätzlich grau zu hinterlegen, wird das Kommando `\fcolorbox` verwendet, das im Package `color` definiert ist.

```
\fboxsep1.36mm%           Freiraum zwischen Syntaxbox und Text
\definecolor{g1}{gray}{0.92}%   Grauton definieren
\newsavebox{\syntaxbox}%       wie oben
\newenvironment{sybox}%
{\begin{lrbox}{\syntaxbox}%
\begin{minipage}{12.5cm}}%
{\end{minipage}%
\end{lrbox}%               Inhalt von \syntaxbox in einer grau
{\fcolorbox{g1}{g1}%         hinterlegten \fcolorbox ausgeben
{\parbox{12.5cm}{\usebox{\syntaxbox}\hfill\hbox{}}}}}
```

Die Anwendung der neuen Umgebung sieht dann so aus:

```
\begin{sybox}
Syntaxbox, in der Sonderzeichen wie \verb%~^? dargestellt
werden können.
\end{sybox}
```

Syntaxbox, in der Sonderzeichen wie %~^ dargestellt werden können.

latex2html, tex4ht

Wenn Sie HTML-Dateien aus L^AT_EX-Dokumenten erstellen möchten, bieten sich zwei Werkzeuge an: `latex2html` und `tex4ht`.

- Bei `latex2html` handelt es sich um ein Perl-Script, das aus einer L^AT_EX-Datei eine oder mehrere *.html-Dateien erzeugt. Formeln und L^AT_EX-Sonderzeichen werden in *.gif-Bilder übersetzt. (Dazu werden das Grafikpaket `netpbm` sowie `gs` eingesetzt.)

`latex2html` funktioniert nur dann wunschgemäß, wenn nur \LaTeX -Standardkommandos eingesetzt werden (nicht aber diverse eigene Makros, Zusatzpakete etc.). Der Versuch, dieses Buch in ein `*.html`-Dokument zu übersetzen, scheiterte aus diesem Grund kläglich. Bei einfacheren Texten funktioniert die Übersetzung dagegen hervorragend. Das Programm wird bevorzugt dazu verwendet, wissenschaftliche Veröffentlichungen, die mit \LaTeX geschrieben wurden, in eine WWW-taugliche Form zu bringen.

- `tex4ht` stellt eine Alternative zu `latex2html` dar, wobei intern ein ganz anderer Ansatz verfolgt wird. In das \LaTeX -Dokument muss `\usepackage{tex4ht}` eingefügt werden. Anschließend wird es mit `ht latex datei.tex` zu `datei.html` übersetzt. Dabei wird als Zwischenschritt eine DVI-Datei erzeugt, die die eigentliche Basis für die Umwandlung in HTML-Code darstellt. `tex4ht` ist ausführlich im Buch *Mit \LaTeX ins Web* beschrieben. Einen Überblick über die Konfigurationsmöglichkeiten gibt die folgende Webseite:

<http://www.cis.ohio-state.edu/~gurari/TeX4ht/>

PDF \TeX

Wenn Sie \LaTeX -Dokumente in PDF-Dateien umwandeln möchten, können Sie zuerst mit `dvips` PostScript-Dateien erstellen und diese dann (etwa mit Adobe Distiller) in das PDF-Format umwandeln. Dieser Weg führt allerdings um drei Ecken ($\text{DVI} \rightarrow \text{PS} \rightarrow \text{PDF}$) und liefert nur dann überzeugende Ergebnisse, wenn Sie in Ihrem \LaTeX -Dokument PostScript-Zeichensätze verwenden. Außerdem können PDF-spezifische Merkmale (Querverweise, Inhaltsverzeichnis) nicht genutzt werden. Dem steht der Vorteil gegenüber, dass keinerlei Änderungen am \LaTeX -Dokument erforderlich sind.

Einen anderen Weg beschreitet das relativ neue Paket PDF \TeX , das mit neueren Versionen von `teTeX` bereits mitgeliefert wird. Dabei handelt es sich um eine Variante zu \TeX bzw. \LaTeX , die speziell dafür entwickelt wurde, um PDF-Dateien erzeugen. Dementsprechend gibt es eine Reihe zusätzlicher Kommandos.

Die Anwendung von PDF \TeX ist prinzipiell einfach: Anstatt eine \LaTeX -Datei mit `latex` in eine DVI-Datei umzuwandeln, verwenden Sie das Kommando `pdflatex`. Die einzige Einschränkung besteht darin, dass `pdflatex` nicht mit allen \LaTeX -Erweiterungen zurechtkommt.

\$ `pdflatex datei.tex`

25.8 dvips, xdvi, kdvi

Das Kommando `latex` erzeugt aus Ihrer \LaTeX -Datei eine DVI-Datei. Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie DVI-Dateien am Bildschirm betrachten und mit `dvips` in eine PostScript-Datei umwandeln können.

Konvertierung DVI \rightarrow PostScript (`dvips`)

`dvips` wandelt `*.dvi`-Dateien in das PostScript-Format um. Das Programm hängt die Kennung `.dvi` automatisch an den übergebenen Dateinamen an. `*.dvi`-Dateien sind das Ergebnis der Programme `TEX` und \LaTeX (siehe Kapitel 25 ab Seite 1051). `*.dvi`-Dateien werden häufig als Online-Dokumentation zu diversen Programmen zur Verfügung gestellt.

```
dvips [optionen] datei
```

- A wandelt nur ungerade Seiten um.
- B wandelt nur gerade Seiten um.
- i -S *n*
zerlegt die Ausgabe in Dateien zu je *n* Seiten. Die Dateien werden automatisch durchnummeriert. Die Option ist wichtig, wenn ein längerer Text belichtet werden soll. Die meisten Belichtungsgeräte können nur eine relativ kleine Zahl von Seiten (typische Werte sind 20 bis 50) auf einmal auf einen Film belichten.
- l *letztesseite*
beendet die Umwandlung mit der angegebenen Seite.
- o *zieldatei*
schreibt das Ergebnis in die angegebene Datei (anstatt es an das Programm `lpr` weiterzuleiten).
- p *ersteseite*
beginnt die Umwandlung mit der angegebenen Seite.
- pp *n1,n2-n3,n4,n5,n6-n7*
druckt die angegebenen Seiten. Beachten Sie, dass in der Seitenliste keine Leerzeichen vorkommen dürfen.

\LaTeX -Dokumente verwenden normalerweise nicht die originalen PostScript-Zeichensätze, sondern \LaTeX -eigene Zeichensätze. Das hat den Vorteil, dass eine anschließende Konvertierung der PostScript-Datei in das Format eines anderen Druckers praktisch ohne Qualitätsverlust möglich ist. Falls die \LaTeX -Zeichensätze nicht schon bei einem früheren Ausdruck (als komprimierte Bitmap-Dateien) berechnet wurden, startet `dvips` für jeden fehlenden Zeichensatz automatisch das \LaTeX -Zusatzprogramm `Metafont`. Deswegen

kann die erstmalige Umwandlung eines \LaTeX -Dokuments in eine PostScript-Datei relativ lange dauern.

VERWEIS

dvips ist normalerweise so installiert, dass es \LaTeX -Zeichensätze in einer Auflösung von 300 dpi (dots per inch) erzeugt. Wenn Sie das \LaTeX -Dokument auf einem Drucker in einer anderen Auflösung ausdrucken möchten, müssen Sie die Datei `/usr/Tex/lib/texmf/dvips/config.ps` ändern. Alle weiteren Informationen zu diesem Thema finden Sie auf Seite 1092.

DVI-Dateien anzeigen (xdvi, kdvi)

xdvi hat im Prinzip dieselbe Funktion für `*.dvi`-Dateien wie ghostview für PostScript-Dateien (siehe Seite 430). Das Programm ermöglicht es, `*.dvi`-Dateien auf dem Bildschirm anzusehen und darin vorwärts und rückwärts zu blättern.

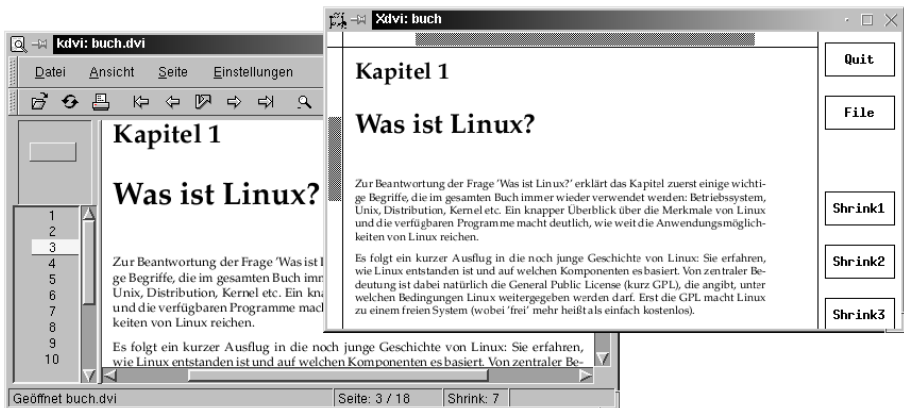


Abbildung 25.4: Eine Seite dieses Buchs, dargestellt mit xdvi und kdvi

xdvi wird mit dem Dateinamen der `*.dvi`-Datei als Parameter gestartet. Anschließend kann mit den Buttons NEXT, PREVIOUS etc. in dem Dokument geblättert werden. Wenn Sie die Maus mit gedrückter Taste über den Bildausschnitt bewegen, wird (verzögerungsfrei) ein vergrößerter Ausschnitt des Rechtecks unter der Maus dargestellt. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der wichtigsten Tastenkürzel zur Steuerung von xdvi.

xdvi-Tastenkürzel

(Bild ↑) , (Bild ↓)	vorige / nächste Seite
(Leertaste) , (←)	nächste Seite
(Backspace) , (Entf)	vorige Seite
(↑) , (↓) , (←) , (→)	Bildausschnitt verschieben
(G)	springt zur vorher eingegebenen Seitennummer
(V)	(de)aktiviert die Anzeige von PostScript-Grafiken

Bei der Bearbeitung von L^AT_EX-Texten haben Sie die freie Wahl zwischen `xdvi` und `ghostview`. Beide Programme haben Vorteile: `xdvi` stellt die Seiten normalerweise schneller dar. Wenn L^AT_EX-Originalschriften verwendet werden, ist die Bildqualität bei `xdvi` besser, wenn dagegen PostScript-Schriften verwendet werden, schneidet `ghostview` besser ab.

Bei der teTeX-Distribution kann `xdvi` über die Datei `XDvi` (Verzeichnis `/usr/lib/texmf/texmf/xdvi`) konfiguriert werden. Die Datei hat vier Einträge: `mfmode` gibt den Druckertyp an, `pixelsPerInch` die dpi-Zahl, `shrinkFactor` den Verkleinerungsfaktor innerhalb von `xdvi` und `paper` die Papiergröße. Die beiden ersten Einstellungen sollten mit den Parametern übereinstimmen, die Sie bei `dvips` zum Erzeugen von PostScript-Dateien verwenden. Auf diese Weise vermeiden Sie, dass unnötig viele Bitmap-Fontdateien erzeugt werden müssen, was beim ersten Mal Zeit kostet und außerdem die Platte unnötig füllt.

Die dpi-Zahl und der Druckertyp müssen übereinstimmen (siehe Datei `MakeTeXPK` bzw. Seite 1092). Je größer die dpi-Zahl gewählt wird, desto größer muss der Verkleinerungsfaktor gewählt werden (sonst werden die Textseiten in `xdvi` viel zu groß angezeigt.) Falls Sie * .dvi-Dateien auf einem 300-dpi-Laserdrucker ausdrucken, sind die folgenden Einstellungen sinnvoll:

```
XDvi*mfmode: cx
XDvi*pixelsPerInch: 300
XDvi*shrinkFactor: 4
XDvi*paper: a4
```

Wenn Sie auf das Pixel genau kontrollieren möchten, wie das Ergebnis einer Belichtung mit 1270 dpi aussehen würde, verwenden Sie folgende Einstellungen:

```
Dvi*mfmode: linoone
XDvi*pixelsPerInch: 1270
XDvi*shrinkFactor: 16
XDvi*paper: a4
```

kdvi

Die KDE-Variante zu `xdvi` heißt `kdvi`. Im Gegensatz zu `kghostview` bietet `kdvi` wesentliche Verbesserungen gegenüber dem Original – insbesondere die Anzeige von Seitennummern, die eine sehr viel einfachere Navigation in großen Dokumenten ermöglicht. Bemerkenswert ist auch die Druckfunktion – Sie können mit `kdvi` beispielsweise ganz bequem eine PostScript-Datei erzeugen, die je vier Seiten pro Blatt enthält.

Kapitel 26

LyX – L^AT_EX leicht gemacht

Die Intention von LyX besteht darin, die Verwendung von L^AT_EX so einfach und komfortabel zu machen, dass selbst Einsteiger damit auf Anhieb zurechtkommen. LyX stellt dazu einen WYSIWYG-Editor zur Verfügung, in den das L^AT_EX-Dokument eingegeben werden kann. Der Text wird dabei beinahe so angezeigt, wie er später beim Ausdruck aussieht. (WYSIWYG steht für *What you see is what you get*. Echtes WYSIWYG ist in Kombination mit L^AT_EX bei einer interaktiven Bearbeitung von Texten praktisch unmöglich. LyX nähert sich aber erstaunlich weit an diese Idealvorstellung an.)

Vielleicht wundern Sie sich, warum dieses Kapitel nach dem L^AT_EX-Kapitel angeordnet ist und nicht davor. LyX ist sicherlich viel einfacher zu bedienen als L^AT_EX. Dennoch ist es für das Verständnis von LyX ungemein hilfreich, wenn Sie eine Vorstellung davon haben, wie L^AT_EX funktioniert. Lesen Sie daher zumindest den Einführungsabschnitt des L^AT_EX-Kapitels, bevor Sie sich mit LyX beschäftigen – es lohnt sich!

Einige Worte zur Herkunft von LyX: Sowohl LyX (Start 1995) als auch die Portierung KLyX (1997) gehen auf Initiativen von Matthias Ettrich zurück (der auch der Initiator von KDE ist). Eine lange Liste von Mitentwicklern kann über das HILFE-Menü angezeigt werden. LyX und KLyX sind gemäß der GPL freie Software.

HINWEIS

Dieses Kapitel wurde vollständig mit LyX bzw. KLyX geschrieben. Der (mehr oder weniger) endgültige Text wurde dann in L^AT_EX-Code konvertiert und an die Layout-besonderheiten dieses Buchs angepasst. Besondere Probleme gab es dabei keine.

26.1 Einführung

Was ist LyX (und was ist es nicht)?

LyX ist ein moderner Texteditor. Textteile können in verschiedenen Schriftgrößen und -attributen formatiert werden und werden nicht nur so ausgedruckt, sondern auch innerhalb von LyX entsprechend angezeigt (WYSIWYG). Zur Formatierung von Absätzen stehen Formatvorlagen zur Verfügung (deren Namen Ihnen vertraut sind, wenn Sie einen Blick in das $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Kapitel geworfen haben: *Itemize*, *List*, *Chapter*, *Section* etc.

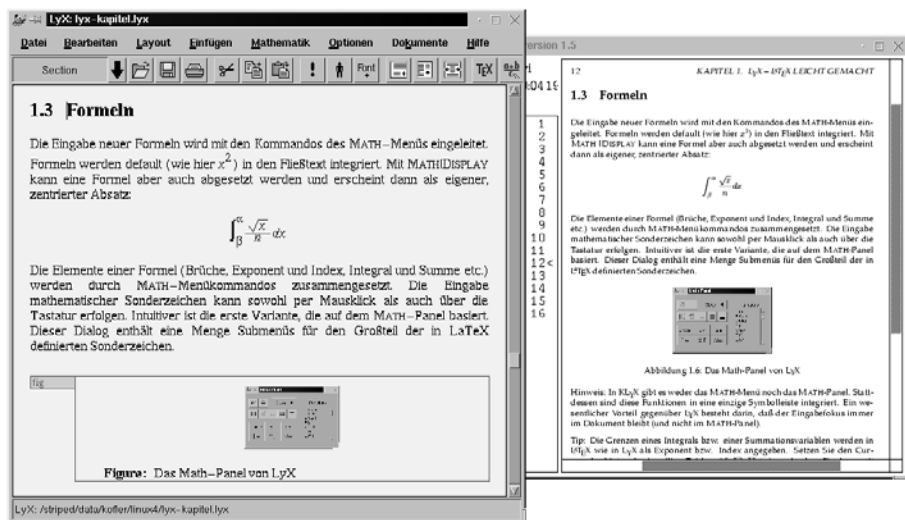


Abbildung 26.1: Links LyX , rechts die Seitenvorschau mit ghostview

Die Bedienung des Programms ähnelt in vielen Details einem herkömmlichen Textverarbeitungsprogramm. Die meisten Tastenkürzel – etwa zur Cursor-Bewegung, zum Markieren und Kopieren von Blöcken etc. – funktionieren wie in Windows-Programmen. (Wenn Sie das stört, können Sie übrigens auch eine andere Tastaturbelegung wählen, etwa mit einer größeren Ähnlichkeit zum Emacs.)

LyX zeichnet sich durch eine Reihe professioneller Merkmale aus:

- In den Dokumenten können Tabellen, Bilder, mathematische Formeln, Querverweise etc. verwendet werden.
- Die Eingabe mathematischer Formeln wird durch eigene Dialoge, Symbolleisten etc. unterstützt und ist sehr komfortabel.
- LyX hilft bei der automatischen Erzeugung von Inhalts-, Stichwort- und Abbildungsverzeichnissen.
- Sofern auf dem Rechner das Programm *ispell* zur Rechtschreibprüfung installiert ist, können LyX -Texte ganz einfach auf eine korrekte Schreibweise überprüft werden.

- LyX unterstützt ein mehrstufiges Undo. Außerdem werden von allen geänderten LyX-Dateien regelmäßig automatische Sicherungskopien mit dem Dateinamen `#name.lyx#` erstellt. Die Gefahr, unbeabsichtigt Daten zu verlieren, ist also ausgesprochen gering.
- Die Menüs und Dialogtexte liegen in mehreren Sprachen vor. Standardmäßig erscheint LyX mit englischen Menüs. Wenn Sie deutsche Menüs bevorzugen, müssen Sie vor dem Start die Environment-Variable `LANG` auf `"de"` setzen, beispielsweise in der `bash` mit `export LANG="de"` (siehe auch Seite 192).

HINWEIS

Die in diesem Kapitel angegebenen Menü- und Dialogtexte beziehen sich immer auf die deutsche LyX-Version. (Die KLyX-Texte weichen in einzelnen Fällen ein wenig davon ab.) Tastenkürzel beziehen sich auf die Defaulttastaturbelegung von LyX, gelten aber im Regelfall ebenfalls auch in KLyX.

Layouteinschränkungen

LyX ist kein Textverarbeitungsprogramm im Stil von MS Word, WordPerfect oder Star-Writer. Insbesondere wird die Formatierung von LyX-Dokumenten durch die Möglichkeiten von \LaTeX limitiert. Wenn Sie bisher mit einem herkömmlichen Textverarbeitungsprogramm gearbeitet haben (etwa mit MS Word), müssen Sie umdenken. Dazu einige Beispiele:

- Es ist nicht möglich, den Abstand zwischen zwei Absätzen einfach durch ein paar Leerzeilen zu vergrößern – das ist in \LaTeX nicht vorgesehen. (Sie können aber mit $(\text{Strg})+(\leftarrow)$ feste Zeilenumbrüche einfügen, die in \LaTeX mit `\` gebildet werden.)
- Ebenso ist es unmöglich, zwei Wörter durch mehrere Leerzeichen weiter voneinander zu trennen. (Sie können aber den Abstand zwischen zwei Wörtern vergrößern, indem Sie \LaTeX -Kommandos wie `\quad` in den Text einfügen. Generell können Sie in LyX-Texten auf alle \LaTeX -Kommandos zurückgreifen.)
- Auch bei der Auswahl von Fonts sind Sie eingeschränkt – wie in \LaTeX -Dokumenten üblich, gibt es lediglich eine Standardschrift sowie zwei Zusatzschriften (**Sans Serif** und **Typewriter**).
- LyX kennt keine Tabulatoren. (Es gibt ein eigenes Kommando zum Erstellen einfacher Tabellen. Mehrspaltiger Text kann durch so genannte Minipages erreicht werden. LyX kann in dieser Beziehung aber nicht mit herkömmlichen Textverarbeitungsprogrammen mithalten.)

Die obigen Punkte stellen nur dann eine echte Einschränkung dar, wenn Sie – etwa zur Gestaltung eines Plakats – großen Wert auf ein eigenes Layout legen. Dafür ist LyX schlicht ungeeignet. Aber für die überwiegende Mehrzahl von 'normalen' Texten – Briefen, Magister- und Diplomarbeiten – bietet sich LyX geradezu an. Das automatisch von LyX (bzw. \LaTeX) erzeugte Layout sieht in solchen Fällen fast immer professioneller aus als eigene Kreationen.

Ein Blick in das vorangegangene \LaTeX -Kapitel hilft sehr, die Layouteinschränkungen von $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ besser zu verstehen.

WYSIWYG-Einschränkungen

Es wurde bereits erwähnt, dass $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ *beinahe* WYSIWYG beherrscht. Wo also sind die Einschränkungen?

- In $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ ist weder der Zeilen- noch der Seitenumbruch zu sehen. (Um festzustellen, wie das gesetzte Dokument endgültig aussieht, müssen Sie das Dokument zur Seitenvorschau in das DVI- oder PostScript-Format übersetzen.)
- Trennungen werden nicht angezeigt.
- Seitennummern, Kopf- und Fußzeilen etc. sind ebenfalls unsichtbar.

Sonstige Einschränkungen

Ein zentrales Merkmal von $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ besteht darin, dass die Texteingabe in das Programm integriert ist. Der zu $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ gehörende Texteditor ist zwar ausgezeichnet, dennoch werden Emacs-Fans (wie ich) ihre Makros vermissen. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass sehr umfangreiche $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ -Dokumente nicht ohne weiteres in mehrere kleinere Dateien zerlegt werden können.

\LaTeX -Import

$\text{L}\text{\AA}\text{X}$ -Dokumente können naturgemäß problemlos in das \LaTeX -Format exportiert werden ($\text{L}\text{\AA}\text{X}$ ist nichts anderes als eine Art Benutzeroberfläche zu \LaTeX). Seit $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ 1.0 funktioniert auch der umgekehrte Weg: \LaTeX -Dateien können importiert werden. Hinter den Kulissen wird diese Umwandlung vom \LaTeX - in das $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ -Format durch das Perl-Script `reLyX` erledigt. Die Qualität des Ergebnisses hängt allerdings stark vom \LaTeX -Dokument ab. Nur wenn sich dieses auf Standard- \LaTeX -Kommandos beschränkt (keine Makros, keine besonderen Packages etc.), funktioniert die Umwandlung einigermaßen problemlos.

$\text{L}\text{\AA}\text{X}$ versus $\text{K}\text{L}\text{\AA}\text{X}$

Es gibt momentan zwei $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ -Versionen, die sich primär durch ihre Benutzeroberfläche unterscheiden. Die Standardversion (also $\text{L}\text{\AA}\text{X}$) basiert auf der Forms-Bibliothek, während $\text{K}\text{L}\text{\AA}\text{X}$ die Qt-Bibliothek verwendet. $\text{K}\text{L}\text{\AA}\text{X}$ eignet sich deswegen besonders gut für die Integration in ein KDE-System und macht einen etwas moderneren Eindruck. Ausgesprochen praktisch ist auch die Möglichkeit, mehrere Fenster zu öffnen sowie Fenster zu teilen. In den (Teil-)Fenstern können mehrere Dokumente sowie unterschiedliche Bereiche eines langen Dokuments gleichzeitig angezeigt werden.

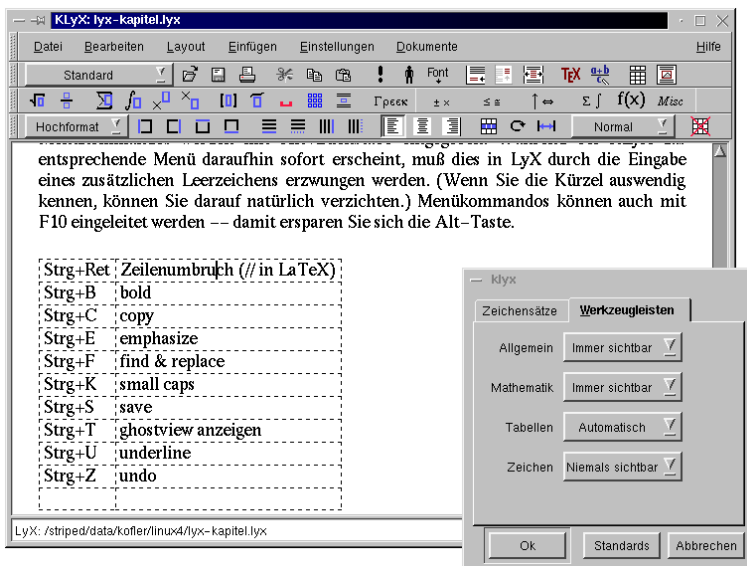


Abbildung 26.2: KLyX, die KDE-Variante von LyX

Beachten Sie, dass KLyX zwar von LyX abgeleitet ist, dass beide Versionen nunmehr aber getrennt gewartet werden. Aus diesem Grund kann es unter Umständen zu kleinen Inkompatibilitäten kommen. (Für die Zukunft ist geplant, die Versionen wieder zu vereinen und den eigentlichen LyX-Code vom Code für die Benutzeroberfläche zu trennen. Bis es so weit ist, versuchen die beiden Entwicklerteams, die Programme so weit wie möglich synchron zu halten. Insbesondere sollten die *.lyx-Dateien kompatibel sein.)

Als diese Zeilen geschrieben wurden, stand von LyX die stabile Version 1.1.5 zur Verfügung. Dagegen befindet sich KLyX mit Version 0.10 (bereits seit mehreren Jahren) im Beta-Status. Eine neuere KLyX-Version ist vermutlich erst zu erwarten, wenn die geplante Zusammenführung des LyX-Codes gelingt. Bis dahin wird es nur von LyX regelmäßig aktualisierte Versionen geben. Das sollte Sie aber nicht davon abhalten, KLyX auszuprobieren: Bei der praktischen Arbeit gibt es trotz der stark abweichenden Versionsnummern relativ wenig Unterschiede; beide Programme funktionieren weitgehend problemlos.

HINWEIS

In diesem Kapitel wird nicht ständig zwischen LyX und KLyX unterschieden. Grundsätzlich gelten alle Aussagen zu LyX auch für KLyX. Nur wenn sich die beiden Versionen deutlich unterscheiden, wird explizit angeführt, welche Version gemeint ist.

Online-Dokumentation

Mit LyX werden mehrere Online-Handbücher mitgeliefert, die bequem über das Hilfenü aufgerufen werden können. Diese Texte sind durchweg mit LyX erstellt, demonstrieren also ausgezeichnet die weit reichenden Möglichkeiten. Sie können natürlich auch problemlos ausgedruckt werden.

Die mitgelieferten Beispieldateien im Verzeichnis `/usr/share/lyx/examples` bzw. in `/opt/kde/share/apps/klyx/examples` sind ebenfalls sehr hilfreich, um LyX kennen zu lernen.

Tipp

Damit Sie gleichzeitig Ihren Text bearbeiten und den Hilfetext lesen können, öffnen Sie in KLyX einfach ein zweites Fenster (DATEI|FENSTER|NEUES FENSTER). In LyX besteht diese Möglichkeit nicht – aber es spricht nichts dagegen, LyX einfach ein zweites Mal zu starten und die zweite Instanz nur zur Anzeige der Hilfetexte zu verwenden.

Im Internet finden Sie eine Menge weiterer Informationen zu LyX (inklusive Links auf das KLyX-Projekt):

www.lyx.org

26.2 Arbeitstechniken

Das erste LyX-Dokument

Um ein neues, leeres Dokument zu erzeugen, führen Sie DATEI|NEU aus und geben einen Dateinamen an. LyX ergänzt den Namen automatisch durch die Kennung `*.lyx`. Jetzt können Sie bereits losschreiben. Bei der Formatierung der Absätze – etwa als Überschrift, als Aufzählung etc. – hilft vor allem das Absatzformatlistenfeld (links in der Symbolleiste). Eine Menge weiterer Details zur Formatierung von Absätzen, Zeichen sowie des gesamten Dokuments werden in den folgenden drei Teilabschnitten erläutert.

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, bietet LyX nur ein unvollkommenes WYSIWYG. Wenn Sie wissen möchten, wie die Seitengestaltung wirklich aussieht, müssen Sie mit DATEI|DVI ANZEIGEN oder -| POSTSCRIPT ANZEIGEN die Seitenvorschau starten. Der Unterschied zwischen den beiden Varianten besteht darin, dass im ersten Fall nur eine temporäre `*.dvi`-Datei erzeugt wird, im zweiten Fall daraus auch noch eine PostScript-Datei entsteht. Der Inhalt der beiden Dateien ist – was das Seitenlayout betrifft – absolut identisch; es werden allerdings unterschiedliche Programme zur Anzeige verwendet (`xdvi` / `ghostview` bei `lyx` bzw. `kdvi` / `kghostview` bei `klyx`).

Für welche der beiden Varianten Sie sich entscheiden, ist letztlich Geschmackssache. Die DVI-Variante ist im Regelfall etwas schneller. Der PostScript-Variante werden Sie wahrscheinlich den Vorzug geben, wenn Sie viele Abbildungen verwenden.

HINWEIS

Das erste Anzeigen eines \LaTeX -Dokuments – egal ob im DVI- oder PostScript-Format – kann einige Zeit dauern, während der die \LaTeX -Fonts in der erforderlichen Größe erzeugt werden. Diese Verzögerung tritt aber nur beim ersten Mal auf (bzw. jedes Mal, wenn Sie erstmalig eine neue Schriftart/-größe verwenden).

TIPP

Sie brauchen `xdvi` bzw. `ghostview` nicht für jede Seitenvorschau neu zu starten. Verwenden Sie stattdessen die Kommandos `DATEI|DVI AKTUALISIEREN` oder `-|POSTSCRIPT AKTUALISIEREN`, mit denen lediglich die jeweiligen Vorschau-dateien aktualisiert werden. `xdvi` erkennt die Veränderung automatisch; bei `ghostview` müssen Sie `(R)` (für *reload*) eingeben, damit die Datei neu eingelesen wird.

Die Qualität der Schriften in `ghostview` verbessert sich spürbar, wenn Sie die Aliasing-Funktion aktivieren (siehe Seite 430).

Der Ausdruck von \LaTeX -Dokumenten ist problemlos, sofern die Druckerkonfiguration korrekt durchgeführt wurde (siehe Seite 401). Mit `DATEI|DRUCKEN` erzeugt \LaTeX dieselbe PostScript-Datei wie für die Seitenvorschau und übergibt sie mit `lpr` an den Default-drucker `lp`.

Absatzformatierung

Zur Absatzformatierung verwenden Sie in erster Linie das Listenfeld links in der Symbolleiste. Damit können Sie den Typ eines oder mehrerer markierter Absätze verändern. Die Auswahl der zur Verfügung stehenden Absatztypen hängt von der gewählten Dokumentklasse ab (`LAYOUT|DOKUMENT`, siehe unten).

Absatztypen

<i>standard</i>	Standardabsatz
<i>verse</i>	links eingerückter Absatz
<i>list, description</i>	links eingerückter Absatz, Text bis zum ersten Leerzeichen linksbündig
<i>quote, quotation</i>	beidseitig eingerückter Absatz
<i>part, chapter, section, subsection, subsection</i>	nummerierte Überschriften bzw. Dokumentstruktur
<i>part*, chapter*, section*, subsection*, subsection*</i>	wie oben, aber ohne Nummerierung
<i>itemize, enumerate</i>	Aufzählungen mit Punkten oder Nummern
<i>caption</i>	nummerierte Über- oder Unterschrift (nur für Tabellen, Bilder etc.)
<i>lyx-code</i>	Programmcode (ohne Abstand), Schriftart Typewriter
<i>lyx-code-sans</i>	wie oben, aber Schriftart Sans Serif
<i>comment</i>	Kommentar, wird nicht gedruckt

lyx-code entspricht im Wesentlichen der verbatim-Umgebung von L^AT_EX. Der Vorteil: Innerhalb der Umgebung kann die Schriftauszeichnung verändert werden (z. B. fette oder kursive Schrift). Der Nachteil: Die Listings werden eingerückt, das Maß der Einrückung kann aber nicht verändert werden. Zudem werden Leerzeilen nicht akzeptiert. (Abhilfe: Geben Sie einfach in den leeren Zeilen ein Leerzeichen ein, oder verwenden Sie (Strg)+(↵).)

TIPP

Einige oft benötigte Absatzformatierungen suchen Sie in den ABSATZFORMAT-Dialogen vergeblich. Wenn Sie den Abstand zwischen den Absätzen oder den Zeilenabstand innerhalb von Absätzen verändern möchten, müssen Sie diese Einstellungen global im Dialog LAYOUT|DOKUMENT durchführen (siehe unten).

Wenn Sie zwei Absätze ohne Abstand, Einrückungen etc. aneinander reihen möchten, verwenden Sie (Strg)+(↵) statt einfach (↵) zur Trennung. (In L^AT_EX entspricht das dem Kommando \\.)

Mit (Strg)+(Shift)+(C) können Sie das Absatzlayout des gerade aktuellen Absatzes kopieren. Mit (Strg)+(Shift)+(V) können Sie dieses Layout auf einen anderen Absatz anwenden. Auf diese Weise können Sie mit wenig Aufwand einmal durchgeführte Einstellungen weiterverwenden.

Mit (Alt)+(↵) zerlegen Sie einen Absatz in zwei Teile, wobei für beide neuen Absätze dasselbe Layout gilt. (Wenn Sie einfach nur (↵) verwenden, hat der neue Absatz den Typ *standard*.)

Wenn Sie mit diesen vordefinierten Absatztypen nicht auskommen, können Sie die Formatierung von Absätzen auch individuell mit LAYOUT|ABSATZFORMAT verändern. Damit verändern Sie die Ausrichtung (linksbündig, rechtsbündig, zentriert oder Blocksatz), fügen Linien über bzw. unter dem Absatz ein, vergrößern oder verkleinern den Abstand zum vorherigen oder nachfolgenden Absatz, erzwingen einen Seitenumbruch am Beginn oder Ende des Absatzes etc. Über den Button MEHR gelangen Sie in ein weiteres Dialogfeld, mit dessen Hilfe Absätze in minipage-Umgebungen gesetzt werden können (siehe Seite 1070).

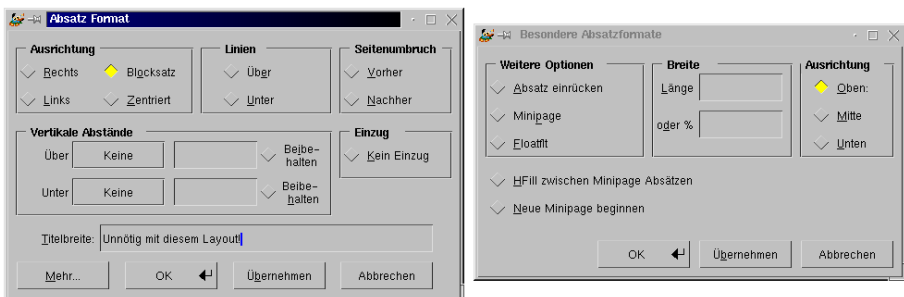


Abbildung 26.3: Individuelle Absatzformatierung

Die Definition eigener (zusätzlicher) Absatztypen direkt in L^AT_EX ist in der aktuellen Version nicht vorgesehen. Die vorgegebenen Dokumentformate sind im Verzeichnis `/usr/share/lyx/layouts` bzw. in `/opt/kde/share/apps/klyx/layouts` definiert. Auf der Basis dieser Textdateien können Sie prinzipiell neue Dokumentformate erstellen – allerdings nur dann, wenn Sie die L^AT_EX- und L^AT_EX-Interna sehr gut verstehen.

Zeichenformatierung

Der LAYOUT|ZEICHENSÄTZE-Dialog ist eigentlich falsch übersetzt (englisch: LAYOUT|CHARACTER). Sie können hier nämlich nicht den Zeichensatz, sondern die Schriftart (den Font) einstellen. Zudem ist der Dialog so umständlich zu bedienen, dass Sie sich die übermäßige Formatierung Ihrer Dokumente wohl rasch abgewöhnen werden. Mag sein, dass das ein Gewinn für das Gesamtlayout Ihres Dokuments ist – vom Standpunkt einer intuitiven Bedienung ist die Zeichenformatierung von L^AT_EX allerdings noch verbesserungswürdig.

Die Idee ist an sich simpel: Im ZEICHENSÄTZE-Dialog können Sie in mehreren Listenfeldern die Schriftfamilie (Standard, Sans Serif, Typewriter), die Schriftserie (fett), die Schriftform (kursiv, Kapitälchen), die Größe und die Farbe einstellen. ÜBERNEHMEN bzw. der FONT-Button der Symbolleiste wendet die so ausgewählte Formatierung auf den gerade markierten Text an. Das Problem besteht darin, dass Sie jedes Mal alle Attribute neu einstellen müssen, wenn Sie eine andere Formatierung benötigen (z. B. einmal Typewriter-Schrift, dann wieder eine kleinere Standardschrift).

TIPP

Verwenden Sie Tastenkürzel zur Zeichenformatierung! (**Strg**)+(B) für fette Schrift (*bold*), (**Strg**)+(E) für kursive Schrift (*emphasized*), (**Strg**)+(K) für Kapitälchen sowie (**Shift**)+(Strg)+(P) für Typewriter (*program code*). Eine nochmalige Anwendung des Kommandos macht die Formatierung rückgängig.

Dokumentlayout

Mit LAYOUT|DOKUMENT können Sie Einstellungen vornehmen, die das Aussehen des gesamten Dokuments betreffen. Die folgenden Absätze beschreiben die wichtigsten Optionen:

- **KLASSE** bestimmt den Typ des Dokuments (Buch, Artikel, Brief etc.). Je nach Dokumentklasse stehen unterschiedliche Absatztypen zur Auswahl.
- **SEITENFORMAT** gibt an, wie die Kopf- und Fußzeilen aussehen sollen.
- **FORMAT** gibt an, ob die Position von Abschnitts- und Seitennummer in den Kopfzeilen auf jeder zweiten Seite vertauscht werden soll (für zweiseitiges Layout wie in diesem Buch).
- **SPALTEN** bestimmt die Anzahl der Spalten. Bei zweisepaltigem Text werden einfach zwei Spalten der Reihe nach gefüllt. Dieses Layout ist in L^AT_EX nicht sichtbar (erst in der Seitenvorschau).

- **SCHRIFTARTEN** bestimmt das Aussehen der Standardschrift. Mit *default* werden die E_T X -Schriften verwendet, mit *Times*, *Palatino* etc. werden stattdessen PostScript-Fonts eingesetzt. (Dieses Buch ist beispielsweise in Palatino gesetzt.)
- **SCHRIFTGRÖSSE** bestimmt die Größe der Standardschrift im Bereich zwischen 10 und 12 Punkt. Alle anderen Schriftgrößen (für Überschriften etc.) werden entsprechend verändert.
- **SPRACHE** bestimmt die Sprache für die Trennregeln sowie für einige vordefinierte Texte (etwa *Figure* bzw. *Abbildung* bei der Beschriftung von Abbildungen).
- **ABSATZTRENNUNG** gibt an, ob die Absätze durch einen Einzug der ersten Zeile (Default) oder durch einen Abstand (wie in diesem Buch) getrennt werden sollen.
- **NORMALABSTAND** gibt an, wie groß der Abstand zwischen zwei Absätzen sein soll.
- **ZEILENABSTAND** gibt an, wie groß der Zeilenabstand innerhalb eines Absatzes sein soll.
- **PLATZIERUNG VON FLOATS** bestimmt, wo bewegliche Elemente (Tabellen, Abbildungen) nach Möglichkeit platziert werden sollen. Zulässige Einstellungen sind t (*top*), h (*here*) und b (*bottom*).

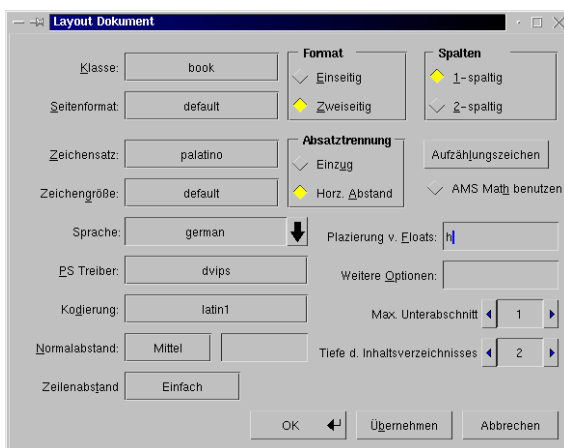


Abbildung 26.4: Einstellmöglichkeiten für das Layout des Dokuments

VORSICHT

Bei einer nachträglichen Veränderung der Dokumentklasse gehen die Informationen über das gewünschte Absatzformat verloren, wenn es dieses Format in der gewählten Dokumentklasse nicht gibt (z. B. *chapter* in einem Brief). Am Beginn solcher Absätze weist ein *error*-Kästchen auf das Problem hin. Dieses Kästchen muss gelöscht werden, und für den Absatz muss ein neues Format ausgewählt werden. Die Veränderung der Dokumentklasse kann nicht rückgängig gemacht werden.

TIPP

Verwenden Sie LAYOUT|SEITE zur Einstellung der Papiergröße und Orientierung (Querformat).

Vorlagen

Mit LyX werden so genannte Vorlagen mitgeliefert. Dabei handelt es sich um ganz gewöhnliche *.lyx-Dateien, bei denen diverse Layouteinstellungen im Voraus durchgeführt wurden. Außerdem enthalten diese Dokumente einige Schablonentexte, die nur noch durch eigene Texte zu ersetzen sind. Vor allem ungeübten LyX-Anwendern soll damit der Weg zu eigenen Dokumenten erleichtert werden. Die Vorlagen befinden sich im Verzeichnis /usr/share/lyx/templates (bzw. in /opt/kde/share/apps/klyx/templates).

Zum Öffnen einer Schablone verwenden Sie DATEI|NEU VON VORLAGE. Im Dateiauswahldialog klicken Sie den Button VORLAGEN an, um in das templates-Verzeichnis zu wechseln. (Warum dieses Verzeichnis nicht automatisch verwendet wird, bleibt schleierhaft.) Dort wählen Sie die gewünschte Vorlage aus – etwa dinbrief für einen Brief auf DIN-A4-Papier.

Wenn Sie versuchen, Ihr Dokument zu speichern, weist LyX darauf hin, dass Sie die Vorlagendatei nicht ändern dürfen (dazu würden Sie root-Rechte benötigen). Speichern Sie das Dokument also unter einem anderen Namen in Ihrem Heimatverzeichnis.

Bearbeitung umfangreicher Dokumente

Mit BEARBEITEN|INHALTSVERZEICHNIS aktivieren Sie einen Dialog, in dem das Inhaltsverzeichnis des aktuellen Dokuments angezeigt wird. Das Verzeichnis basiert auf den im Text verwendeten Absätzen der Typen *part*, *chapter*, *section*, *subsection* etc. Dieser Dialog ermöglicht eine sehr effiziente Navigation auch in sehr umfangreichen Dokumenten.

Noch leistungsfähiger ist der entsprechende KLyX-Dialog: Zum einen können Sie dort über einen Schieberegler einstellen, wie viele Ebenen in dieser Struktur angezeigt werden sollen. Zum anderen können Sie dort die Struktur des Dokuments auch verändern, d. h. einzelne Abschnitte weiter nach vorn oder nach hinten verschieben, die Tiefe der Gliederung verändern etc.

26.3 Gestaltung wissenschaftlicher Dokumente

Abbildungen

Wie L^AT_EX kommt auch LyX nur mit PostScript-Grafiken zurecht. Diese können direkt mit EINFÜGEN|ABBILDUNG bzw. mit dem entsprechenden Button der Symbolleiste als eigener Absatz oder aber als kleine Grafik in den Fließtext eingefügt werden (jeweils an der Stelle der Cursor-Position). LyX zeigt vorläufig nur einen leeren Rahmen an. Sobald Sie diesen anklicken, erscheint ein Dialog zur Auswahl des Dateinamens sowie zur Einstellung diverser Optionen (inklusive der Qualität, mit der die Vorschau der Grafik in LyX angezeigt wird).

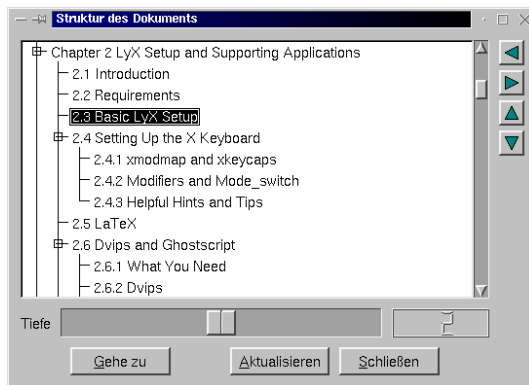


Abbildung 26.5: Die Struktur des User's Manual, dargestellt im KLyX-Dialog

TIPP

Allein stehende Grafiken können wie Absätze mit LAYOUT|ABSATZFORMAT formatiert (und auf diese Weise beispielsweise zentriert) werden.

HINWEIS

LyX zeigt zwar eine Vorschau der Grafik direkt im Dokument an (intern wird dazu ghostview eingesetzt); dabei wird der Zoomfaktor allerdings ignoriert, weswegen die Größe der Grafik meist nicht zur Textgröße passt. Erst die Seitenvorschau (DVI/PostScript) zeigt die korrekten Proportionen.

Etwas komplizierter wird es, wenn Sie Abbildungen mit einer Über- oder Unterschrift versehen möchten. Dazu fügen Sie zuerst mit EINFÜGEN|FLOATS|ABBILDUNG eine `figure`-Umgebung in das Dokument ein. Diese Umgebung sieht einen Absatz mit dem Format `caption` zur Beschriftung vor. Der Text 'figure' wird im endgültigen Dokument durch 'Abbildung *n*' ersetzt, d. h. LyX (bzw. L^AT_EX) kümmert sich automatisch um die Nummerierung.

Die eigentliche Grafik müssen Sie mit dem oben behandelten Kommando in die `figure`-Umgebung einfügen. Wenn die Grafik unter der Überschrift platziert werden soll, klappt das problemlos. Umständlich ist es hingegen, eine Grafik über eine Unterschrift zu setzen – der Eingabecursor kann nämlich nicht vor die Beschriftungszeile gesetzt werden. Sie müssen den Cursor an den Beginn der Zeile setzen und mit (↵) eine neue Zeile einfügen.

TIPP

Sobald es einmal gelungen ist, eine Abbildung samt Über-/Unterschrift in der gewünschten Formatierung zu erstellen, können Sie diese Abbildung in der Folge durch Kopieren und Einfügen vervielfältigen und brauchen nur noch die Grafik und die Beschriftung auszutauschen.

Bei der Formatierung des Dokuments durch \LaTeX kommt es vor, dass das Programm die Abbildung etwas weiter oben oder unten platziert, um eine optimale Seitennutzung zu ermöglichen. Wenn Sie möchten, dass Abbildungen möglichst dort bleiben, wo Sie angegeben haben, geben Sie in `LAYOUT|DOKUMENT|PLATZIERUNG VON FLOATS` den Buchstaben `h` (engl. *here*) ein. Andere Alternativen wären `t` (*top*, also am Beginn der Seite) und `b` (*bottom*).

Tabellen

Es ist nicht ganz einfach, mit \LaTeX eine übersichtliche Tabelle zu gestalten. In LyX gelingt das dank WYSIWYG zwar etwas leichter, wirklich intuitiv ist die Bedienung aber auch nicht. (KLyX ist hier dank der Tabellensymbolleiste deutlich im Vorteil gegenüber LyX .) Zudem sind die Layoutmöglichkeiten im Vergleich zu richtigen Textverarbeitungsprogrammen empfindlich eingeschränkt. Das ist allerdings nicht LyX , sondern \LaTeX anzulasten.

Tabellen zählen zu den ganz wenigen Features, die sowohl in LyX als auch in KLyX Stabilitätsprobleme verursachen können. Der einzige Absturz, der während des Schreibens dieses Kapitels aufgetreten ist, betraf eine Tabellenoperation. (Dabei ist es KLyX allerdings gelungen, noch eine vollständige Emergency-Speicherung durchzuführen – mal sehen, wann MS Word so weit ist.)

Wenn Sie mit `EINFÜGEN|TABELLE` eine neue Tabelle in Ihr Dokument einfügen, sieht diese folgendermaßen aus (natürlich anfangs ohne Inhalt).

Überschrift 1	Ü2	Ü3	Ü4	Ü5
Zeile 1	A	B	C	D
Zeile 2	EE	FF	GG	HH
Zeile 3	III	JJJ	KKK	LLL

Die Tabelle als Ganzes wird von LyX wie ein Absatz betrachtet. Wenn Sie die gesamte Tabelle also links- oder rechtsbündig ausrichten möchten, müssen Sie `LAYOUT|ABSATZFORMAT` verwenden. (LyX fügt übrigens vor und nach der Tabelle einen Abstand von 3 mm ein. Dieser kann gegebenenfalls auch im `ABSATZFORMAT`-Dialog verändert bzw. gelöscht werden.)

Oft ist es zweckmäßig, Tabellen mit `EINFÜGEN|FLOATS|TABELLE` in eine Float-Umgebung zu stellen. Damit ist der Ort der Tabelle auf der Seite variabel, und \LaTeX kann beim Seitenumbruch große Löcher vermeiden. (Die Beschriftung von Tabellen in Float-Umgebungen funktioniert wie bei Abbildungen – siehe oben.)

Tabelleninhalt: In den Zellen der Tabelle kann nicht nur normaler Text eingegeben werden (inklusive aller Möglichkeiten zur Veränderung der Schriftart), auch Abbildungen und in den Text integrierte Formeln sind zulässig. Nicht erlaubt sind hingegen die Verwendung von Absatzformaten (die gelten für die gesamte Tabelle) und das Einfügen von Floats oder Subtabellen.

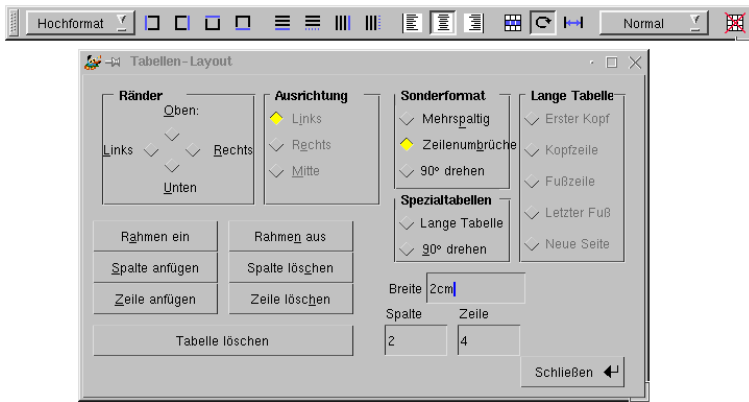


Abbildung 26.6: Oben die KLyX-Tabellensymbolleiste, unten der entsprechende $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ -Dialog

Das Kopieren und Einfügen funktioniert grundsätzlich auch in Tabellen. Allerdings können keine Spalten markiert bzw. bearbeitet werden. Ebenso klappt die Übertragung von Daten zwischen zwei Tabellen nur dann einigermaßen problemlos, wenn die Spaltenanzahl übereinstimmt.

TIPP

Wenn Sie eine ganze Tabelle (nicht nur Teile des Tabelleninhalts) kopieren möchten, müssen Sie die gesamte Tabelle sowie einige Zeichen des vorangehenden und des nachfolgenden Absatzes markieren.

Tabellenstruktur: Zur Veränderung der Tabellenstruktur – also etwa zum Einfügen und Löschen von Zeilen und Spalten etc. – steht in $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ ein eigener Dialog (Aufruf am einfachsten mit der rechten Maustaste), in KLyX eine Symbolleiste zur Verfügung. Dazu einige Anmerkungen:

- Die AUSRICHTUNG (links, rechts oder mittig) gilt jeweils für die gesamte Spalte, in der sich der Cursor gerade befindet.
- Mit SONDERFORMAT|MEHRSPALTIG können mehrere Felder einer Zeile zu einem größeren Feld vereint werden.
- Mit SONDERFORMAT|90° kann der Text eines einzelnen Felds um 90° gedreht werden (etwa zur Spaltenbeschriftung).
- Die Breite von Spalten wird normalerweise an den längsten Eintrag angepasst. Die Breite einzelner Spalten kann aber auch fixiert werden (z. B. auf 5 cm). In diesem Fall wird der Inhalt der Felder automatisch über mehrere Zeilen verteilt. Allerdings ist dieser Effekt in $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ nicht sichtbar (sondern erst in der Vorschau). Bei langem Text können Sie innerhalb von $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ mit $(\text{Strg})+(\leftarrow)$ einen Zeilenumbruch erzwingen. Dieser Zeilenumbruch gilt allerdings nur für $\text{L}\text{\AA}\text{X}$ und hilft dabei, bei längeren Zeilen den Überblick zu bewahren. $\text{L}\text{\AA}\text{T}\text{E}\text{X}$ behandelt diesen Umbruch wie ein Leerzeichen und umbricht den Inhalt des Tabellenfelds selbst. (Achtung: Ein einmal mit $(\text{Strg})+(\leftarrow)$ ein-

gefügtter Umbruch kann in der aktuellen Version von L^AT_EX/KL^AT_EX nur noch entfernt werden, indem Sie die gesamte Zeile löschen!)

- Schließlich bietet der Tabellendialog einige Möglichkeiten für spezielle Tabellen im Querformat oder Tabellen, die über mehrere Seiten reichen. Diese Funktionen werden hier aber nicht behandelt.

	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3
Text über mehrere Zeilen (die Spaltenbreite ist auf 5 cm fixiert)	123	456	789
	mehrspaltiger Text		
	100	200	300
Summe	223	656	1089

TIPP

Einige besondere Tabellenfeatures – etwa die 90°-Drehung einzelner Felder oder ganzer Tabellen – sind weder in L^AT_EX noch in der DVI-Vorschau zu sehen. Verwenden Sie die PostScript-Vorschau!

Rahmenlinien: Grundsätzlich kann bei jeder Spalte eine Linie links und/oder rechts sowie bei jeder Zeile eine Linie über- und/oder unterhalb gezeichnet werden. Wenn zwei Linien aufeinander treffen, wird automatisch ein kleiner Abstand zwischen den Zeilen oder Spalten eingefügt. (Die Doppellinie vor der Summenzeile in der obigen Tabelle ist also dadurch entstanden, dass in der vierten Zeile eine Linie unten *und* in der fünften Zeile eine Linie oben gezeichnet wurde.)

Die Buttons und Symbole zur Bearbeitung der Rahmenlinien gelten grundsätzlich für alle markierten Zeilen oder Spalten. Allerdings wird bei vielen Kommandos die Markierung anschließend aufgelöst, sodass das Markieren oft mehrfach wiederholt werden muss.

HINWEIS

Es ist nicht möglich, Linien individuell für einzelne Felder zu zeichnen. Alle Einstellungen gelten zeilen- oder spaltenweise. (Auch zu dieser Regel gibt es natürlich eine Ausnahme – nämlich Felder, die mit dem Attribut MEHRSPALTIG gekennzeichnet sind. Ein entsprechendes Beispiel finden Sie im Benutzerhandbuch.)

TIPP

Während der Arbeit an diesem Buch ist es mehrfach vorgekommen, dass Tabellenoperationen die Tabelle unbeabsichtigt in einen inkorrekten Zustand brachten. (Beispielsweise fehlte in der letzten Zeile ein Tabellenfeld. L^AT_EX versagte beim Versuch, die Tabelle zu setzen, weil offensichtlich auch `\end{tabular}` verloren gegangen war.) Der einzige Ausweg bestand darin, eine neue Tabelle zu erzeugen und in diese die korrekten Teile durch Kopieren und Einfügen zu übertragen. Die defekte Tabelle wurde anschließend komplett gelöscht.

Inhaltsverzeichnis

Das Erstellen eines Inhaltsverzeichnisses ist denkbar einfach: Sie müssen das Verzeichnis lediglich an der gewünschten Stelle in Ihrem Dokument (meist am Anfang oder am Ende) mit `EINFÜGEN|LISTEN UND INHALT|INHALTSVERZEICHNIS` einfügen. In LyX sehen Sie jetzt zwar nur ein kleines Kästchen, in der Seitenvorschau ist aber das gesamte Verzeichnis zu sehen.

LyX berücksichtigt bei der Erstellung des Verzeichnisses automatisch alle Absätze der Typen *chapter*, *section*, *subsection* etc. (Ausgenommen sind die gleichnamigen Absatztypen mit Stern, also *chapter**, *section** etc.) Die gewünschte Tiefe des Inhaltsverzeichnisses (also die Anzahl der Hierarchieebenen) kann mit `LAYOUT|DOKUMENT` eingestellt werden.

Stichwortverzeichnis

Etwas mehr Arbeit ist erforderlich, wenn Sie ein Stichwortverzeichnis haben möchten. Dazu müssen Sie zuerst im Text mit `EINFÜGEN|INDEXEINTRAG` die gewünschten Einträge einfügen. Dabei gilt dieselbe Syntax wie in \LaTeX (siehe Seite 1078). Das eigentliche Stichwortverzeichnis fügen Sie dann (meist am Ende des Dokuments) mit `EINFÜGEN|LISTEN UND INHALT|INDEX LISTE` ein.

Querverweise

Wenn Sie Querverweise verwenden möchten, dann müssen Sie zuerst mit `EINFÜGEN|MARKE` eine Textmarke einfügen und dieser einen Namen geben. In der Folge können Sie mit `EINFÜGEN|QUERVERWEIS` eine Seiten- oder Abschnittsnummer (Referenz) einfügen. Im LyX -Dokument wird an dieser Stelle nur ein Kästchen angezeigt. Erst die Seitenvorschau zeigt die korrekten Zahlen. Die zwei folgenden Verweise zeigen auf den Beginn dieses Absatzes: siehe Seite 1118 in Abschnitt 26.3.

Literaturverzeichnis

LyX kann dabei helfen, ein einfaches Quellenverzeichnis zu verwalten. Die Einträge in dieses Verzeichnis müssen am Ende des Dokuments durchgeführt werden. Dazu fügen Sie einen neuen Absatz ein und wählen als Typ *bibliography*. In diesen Absatz geben Sie einfach die Quellenangabe im gewünschten Format ein.

Die Besonderheit des *bibliography*-Absatzformats besteht darin, dass links von der Quelleneingabe ein Button mit einer fortlaufenden Nummer erscheint. Wenn Sie diesen Button anklicken, können Sie die Nummer durch zwei Referenzinformationen erweitern, den `EINTRAG` und die `MARKE`. Der `EINTRAG` ist erforderlich, damit Sie im laufenden Text auf die Quellenangabe verweisen können. Die `MARKE` ist jener Text, der im ausgedruckten Dokument erscheint. Wenn Sie die Marke leer lassen, werden alle *bibliography*-Absätze

einfach in der Reihenfolge durchnummeriert, in der sie im Quellenverzeichnis genannt sind.

Um einen Verweis auf eine Quellenangabe in Ihren Text einzufügen, führen Sie EINFÜGEN|VERWEIS AUF ZITAT aus und wählen aus einer Auswahlliste den gewünschten Eintrag aus. (Achtung: In LyX wird der Inhalt des EINTRAGS angezeigt, erst im endgültigen Dokument der Inhalt der MARKE!)

Dazu ein Beispiel: Eine sehr kompakte Einführung zu LyX und insbesondere zu K_{Ly}X gibt [Ett98]. Der Eintrag im Literaturverzeichnis sieht so aus:

[Ett98] *Ettrich, Matthias*: Schöner schreiben mit Linux. LyX – die etwas andere Textverarbeitung. In: PC Magazin Spezial 8/98, WEKU-Verlag 1998, S. 24-27.

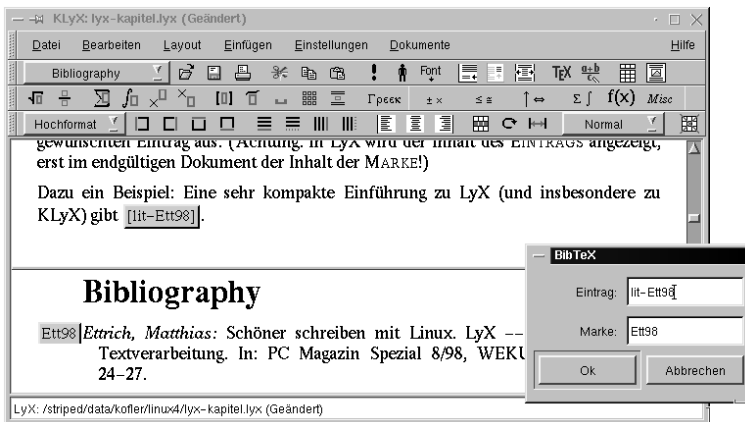


Abbildung 26.7: Verwaltung eines Quellenverzeichnisses mit K_{Ly}X

HINWEIS

Die hier beschriebene Methode zur Erstellung des Literaturverzeichnisses entspricht den L^AT_EX-Kommandos `\cite` und `\bibitem` (siehe Seite 1074). In künftigen Versionen wird LyX wahrscheinlich auch das L^AT_EX-Zusatzprogramm `bibtex` unterstützen, das sehr viel weitergehende Möglichkeiten zur Verwaltung von Literaturangaben bietet.

26.4 Mathematische Formeln

Die Eingabe von Formeln wird mit den Kommandos des MATHEMATIK-Menüs eingeleitet. Formeln werden per Voreinstellung (wie hier x^2) in den Fließtext integriert. Mit MATHEMATIK|ABGESETZTE FORMEL kann eine Formel aber auch hervorgehoben werden und erscheint dann als eigener, zentrierter Absatz:

$$\int_{\beta}^{\alpha} \frac{\sqrt{x}}{n} dx$$

Die Elemente einer Formel (Brüche, Exponent und Index, Integral und Summe etc.) werden durch MATHEMATIK-Menükommandos zusammengesetzt. Die Eingabe mathematischer Sonderzeichen kann sowohl per Mausklick als auch über die Tastatur erfolgen. Intuitiver ist die erste Variante: Mit MATHEMATIK|SYMBOLS öffnen Sie einen kleinen Dialog, der eine Menge Submenüs für den Großteil der in $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ definierten Sonderzeichen enthält. Wer schon einige Übung mit $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ hat, wird sich dagegen eine Tastatureingabe von Formeln wünschen (mehr dazu auf Seite 1129).

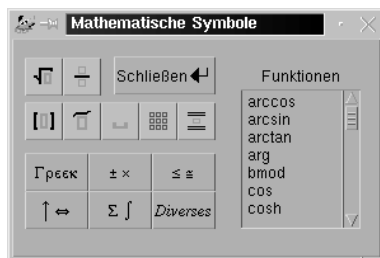


Abbildung 26.8: Eingabe mathematischer Symbole

HINWEIS

In $\text{K}_\text{L}_\text{Y}\text{X}$ gibt es weder das MATHEMATIK-Menü noch den gerade erwähnten Dialog. Stattdessen sind diese Funktionen in eine einzige Symbolleiste integriert. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ besteht darin, dass der Eingabefokus immer im Dokument bleibt.

TIPP

Die Grenzen eines Integrals bzw. einer Summationsvariablen werden in $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ wie in $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ als Exponent bzw. Index angegeben. Setzen Sie den Cursor also hinter das jeweilige Zeichen (\int , \sum , \prod etc.), und geben Sie dann mit MATHEMATIK|EXPONENT (oder einfach $^$) bzw. mit MATHEMATIK|INDEX (oder $_$) die Grenzwerte ein.

Klammern: $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ passt die Größe von Klammern automatisch an den Inhalt der darin enthaltenen Elemente (z. B. einer Matrix) an. Das funktioniert allerdings nur dann, wenn die Klammern entweder mit dem entsprechenden Math-Panel-Dialog oder mit $(\text{Alt})+(\text{M})$, (I) bzw. $(\text{Alt})+(\text{M})$, (I) eingegeben werden. Eine direkte Eingabe von Klammerzeichen über die Tastatur führt dagegen nicht zum gewünschten Ergebnis.

Formelnummerierung: Der einfachste Weg zur Nummerierung abgesetzter Formeln besteht darin, dass Sie die Formel mit einer Marke versehen (EINFÜGEN|MARKE). In $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ wird neben der Formel nun diese Marke angezeigt; erst in der Seitenvorschau wird die Marke durch eine rechtsbündige Nummer ersetzt.

$$E = m c^2 \quad (26.1)$$

Leerzeichen und Abstände: In \LaTeX ist die Eingabe von Leerzeichen in Formeln nicht vorgesehen – \LaTeX kümmert sich selbst um die richtigen Abstände. In LyX bewirkt die **(Leertaste)** daher keine Eingabe, sondern das Verlassen der gerade aktiven Formelzebene. Wenn Sie einen kleinen Abstand zwischen zwei Symbolen eingeben möchten (etwa um bei einer Multiplikation klar zu machen, dass es sich bei $a b$ um das Produkt zweier Variablen und nicht um die Variable ab handelt), verwenden Sie dazu einfach **(Strg)+(Leertaste)**. Zur Feineinstellung des Layouts stehen darüber hinaus auch andere Abstände zur Verfügung (sogar ein negativer, um zwei Elemente näher aneinander zu rücken). Sie werden in LyX über den ABSTÄNDE-Dialog des MATH-Panels eingegeben.

Funktionsnamen: Damit die Namen von mathematischen Standardfunktionen in LyX aufrecht (und nicht kursiv wie Variablen) gesetzt werden, dürfen diese nicht einfach über die Tastatur eingegeben werden. Verwenden Sie stattdessen entweder die Funktionsliste aus dem MATH-Panel oder den entsprechenden \LaTeX -Code (z. B. `\sin` für die sin-Funktion).

Matrizen: Leere Matrizen können Sie über den entsprechenden Button des MATH-Panels bzw. der Symbolleiste einfügen. Überlegen Sie sich vorher, wie groß die Matrix sein soll – Sie können die Größe später nicht mehr ändern! Matrizen werden nicht automatisch in Klammern gesetzt. Sie können entweder das Klammernpaar mit **(Alt)+(M)**, **(⌘)** eingeben, bevor Sie die Matrix erstellen, oder Sie markieren alle Elemente einer bereits vorhandenen Matrix und führen dann das Klammer-Kommando des MATH-Panels bzw. der Symbolleiste aus.

$$\left(\begin{array}{ccc} a & 1+b & \sqrt{c} \\ a^2 & 2+b^2 & c \\ a^3 & 3+b^3 & \sqrt{c^3} \end{array} \right)$$

26.5 Tipps und Tricks

Gedankenstriche: Wie in \LaTeX werden Gedankenstriche auch in LyX einfach durch zwei normale Minuszeichen eingegeben, also --.

Wortzwischenräume: Um die einzelnen Zeilen eines Absatzes im Blocksatz darzustellen, fügt \LaTeX zwischen allen Wörtern einen (innerhalb einer Zeile) einheitlichen Leerraum ein, nach einem Punkt (Satzende) einen etwas größeren Leerraum. Wenn nach einem Punkt nur ein normaler Abstand verwendet werden soll (etwa bei Abkürzungen), muss zwischen dem Punkt und dem Leerraum ein `\`-Zeichen im \LaTeX -Modus eingefügt werden (Eingabe mit **(Alt)+(C)**, **(T)**, **(U)**, **(Alt)+(C)**, **(T)**). In LyX sieht das also so aus: Dr. \ Huber. Wenn zwei Wörter nicht durch einen Zeilenumbruch getrennt werden sollen, kann ein fixes Leerzeichen mit **(Strg)+(Leertaste)** angegeben werden, beispielsweise bei 3 cm.

Worttrennungen: \LaTeX erkennt nicht immer alle Trennmöglichkeiten (oder trennt sogar falsch). In solchen Fällen können Sie mit $\text{\textcircled{Strg}}+\text{\textcircled{~}}$ eine weiche Trennung einfügen, die \LaTeX bei Bedarf benutzt.

Anführungszeichen: Ähnlich wie der Emacs im \LaTeX -Modus bemüht sich auch LyX um typografische Anführungszeichen in der Form “zitat”, die wahrscheinlich wenig Begeisterung hervorrufen werden. (Obwohl beide Anführungszeichen einfach mit $\text{\textcircled{~}}$ eingegeben wurden, haben sie eine unterschiedliche Form und bilden eine Gruppe.) Wenn Sie normale (gerade) Anführungszeichen benötigen – etwa bei der Eingabe von Kommandos, Programmlistings etc. – müssen Sie $\text{\textcircled{Strg}}+\text{\textcircled{~}}$ verwenden.

Rechtschreibprüfung: LyX verfügt über keine eigene Rechtschreibprüfung, sondern greift auf das in der Unix-/Linux-Welt etablierte Programm `ispell` zurück. Wenn dieses Programm inklusive der Worttabellen für die betreffende Sprache installiert ist, können Sie die Rechtschreibprüfung mit `BEARBEITEN|RECHTSCHREIBPRÜFUNG` oder bequemer mit $\text{\textcircled{F7}}$ starten. (Die Überprüfung beginnt an der aktuellen Cursor-Position.)

Bei nichtenglischen Dokumenten (Einstellung in `LAYOUT|DOKUMENT`) findet `ispell` oft das Wörterbuch nicht. Der Grund: LyX übergibt beispielsweise ‘german’ als gewünschte Sprache, das Wörterbuch heißt aber ‘deutsch’. Dieses Problem lässt sich leicht lösen: Entweder geben Sie im Optionsdialog für die Rechtschreibprüfung explizit die Sprache ‘deutsch’ an, oder Sie richten (als `root`) Links von `german.*` auf `deutsch.*` ein:

```
root# cd /usr/lib/ispell
root# ln -s deutsch.aff german.aff
root# ln -s deutschlxcg.hash german.hash
```

Ein zweites Problem bei nichtenglischen Dokumenten ist die Codierung von Sonderzeichen: Die Rechtschreibprüfung vermutet bei jedem Wort mit deutschen Sonderzeichen einen Fehler. Auch hier ist die Abhilfe einfach: Aktivieren Sie im Optionsdialog für die Rechtschreibprüfung die Option `INPUT ENCODING FÜR ISPELL`.

Eine sehr lästige Eigenheit der Rechtschreibprüfung in der aktuellen Version von LyX/KLyX besteht darin, dass beim Ersetzen falsch geschriebener Wörter die Zeichenformatierung (etwa die kursive Hervorhebung) verloren geht.

Seitenumbruch einfügen: LyX kennt kein eigenes Kommando zum Einfügen eines Seitenumbruchs. Stattdessen können Sie mit `LAYOUT|ABSATZFORMAT` einen Seitenumbruch am Anfang bzw. am Ende eines Absatzes erzwingen.

Kommentare: Mit `EINFÜGEN|NOTIZ` können Sie Kommentare zum Text eingeben, die nicht ausgedruckt werden. Eine Alternative dazu sind Absätze des Typs `comment`.

Fehler: Eigentlich sollte LyX immer korrekten \LaTeX -Code produzieren. In der Praxis passiert es aber leider manchmal, dass bei der Übersetzung Fehler auftreten. \LaTeX -Fehler werden in LyX durch einen Button angezeigt. Wenn Sie diesen Button anklicken, erhalten Sie (meist schwer verständliche) Informationen über die Ursache des Fehlers. Nun ist guter Rat teuer. Am wirkungsvollsten ist es zumeist, das betreffende LyX -Element (z. B. eine Abbildung) zu löschen und neu einzugeben. Außerdem müssen Sie den Fehler-Button

aus dem Text entfernen. Anschließend versuchen Sie es einfach noch einmal. LyX-Profis können auch mit einem Texteditor einen Blick in die `*.lyx`-Datei werfen und versuchen, den Fehler direkt zu beheben. Dabei ist allerdings größte Vorsicht angebracht. Erstellen Sie auf jeden Fall eine Sicherungskopie der `*.lyx`-Datei!

In sehr seltenen Fällen kann es auch vorkommen, dass L^AT_EX hängen bleibt (beispielsweise, wenn das Ende eines L^AT_EX-Konstrukts – z. B. einer Tabelle – verloren gegangen ist). Sie erkennen das daran, dass die L^AT_EX-Übersetzung einfach kein Ende nimmt und LyX blockiert ist. In diesem Fall müssen Sie in einem Shell-Fenster mit `ps` den `latex`-Prozess suchen und mit `kill` beenden. (Erheblich komfortabler ist das in KDE mit `ktop` möglich.)

VERWEIS

Wie so oft in diesem Buch kann auch dieses Kapitel nur eine erste Einführung geben. LyX bietet natürlich noch weit mehr Möglichkeiten zur Dokumentgestaltung, aber der Platz reicht hier nicht aus, um sie alle zu beschreiben. Greifen Sie auf die hervorragende Online-Dokumentation zurück!

26.6 Konfiguration

LyX bzw. KLyX kann weitgehend an die eigenen Vorstellungen angepasst werden. Bei LyX steht dazu mit `BEARBEITEN|EINSTELLUNGEN` ein ausführlicher Dialog zur Verfügung.

Dieser Abschnitt gibt einen ersten Überblick über die Konfigurationsdateien und zeigt, wie die Arbeit mit LyX mit wenig Aufwand noch komfortabler gestaltet werden kann. (Viele weitere Informationen erhalten Sie mit `HILFE|ANPASSUNG`.)

Konfigurationsdateien

LyX und KLyX unterscheiden zwischen globalen und lokalen (also benutzerspezifischen) Konfigurationsdateien. Die globalen Konfigurationsdateien befinden sich im Verzeichnis `LyXDir`. Wo sich dieses Verzeichnis befindet, kann zumindest in LyX rasch durch einen Blick in den Dialog `HILFE|VERSION` festgestellt werden. Auf meinem Rechner waren es für LyX und KLyX die folgenden Verzeichnisse:

```
/usr/share/lyx
/opt/kde/share/apps/klyx/
```

Die zentrale Konfigurationsdatei in diesem Verzeichnis heißt bei älteren LyX-Versionen `lyxrc`, bei neueren Versionen `preferences`. Wichtig sind aber auch die Dateien in den Unterverzeichnissen `bind` (Tastenkürzel) und `kbd` (Tastaturbelegung).

Falls es gleichnamige lokale Konfigurationsdateien gibt, werden diese automatisch statt der globalen Dateien verwendet. Die lokalen Konfigurationsverzeichnisse für L_X bzw. für $\text{K}_\text{L}_\text{X}$ lauten:

```
~/.lyx
~/.kde/share/apps/klyx
```

HINWEIS

Die Konfigurationsdateien für L_X und $\text{K}_\text{L}_\text{X}$ werden zwar an unterschiedlichen Orten gespeichert, das Format der Dateien ist aber zum Glück identisch. $\text{K}_\text{L}_\text{X}$ kennt allerdings eine weitere Konfigurationsdatei: In `~/.kde/share/config/klyxrc` werden benutzerspezifische Einstellungen gespeichert, die direkt durch $\text{K}_\text{L}_\text{X}$ -Dialoge eingestellt werden können (etwa der Zoomfaktor durch `EINSTELLUNGEN|BILDSCHIRMOPTIONEN`). Diese Einstellungen haben Vorrang gegenüber den Einstellungen in `lyxrc`. $\text{K}_\text{L}_\text{X}$ folgt in dieser Hinsicht dem KDE-Paradigma, dass Programme direkt in der Benutzeroberfläche konfiguriert werden sollen (und nicht durch eine umständliche Veränderung von Konfigurationsdateien).

Tastenkürzel

Die unter $\text{L}_\text{X}/\text{K}_\text{L}_\text{X}$ zur Verfügung stehenden Tastenkürzel (soweit sie nicht das Menü betreffen) werden durch die `*.bind`-Dateien im `bind`-Verzeichnis festgelegt. Die zwei Hauptdateien sind `cua.bind` mit den in der Windows-Welt üblichen Tastenkürzeln sowie `emacs.bind` und `xemacs.bind` mit Kürzeln, wie sie im (X)Emacs definiert sind. Alle drei Dateien greifen darüber hinaus auf `menus.bind` und `math.bind` zurück.

Die Auswahl, welches Tastenschema Sie grundsätzlich verwenden möchten, treffen Sie mit dem Kommando `\bind_file` in `lyxrc`. Die Defaulteinstellung lautet `cua`, die Alternativen sind `emacs` und `xemacs`.

```
# ~/.lyx/preferences
# Emacs-Tastenkürzel verwenden
bind_file emacs
```

Wenn Sie möchten, können Sie eine Kopie der `*.bind`-Dateien verändern und statt der vorgegebenen Dateien verwenden bzw. einzelne Tastenkürzel direkt in `lyxrc` angeben. Auch dazu ein Beispiel:

```
# F5: PostScript-Vorschau; Shift+F5: Vorschau aktualisieren
\bind "F5"      "buffer-view-ps"
\bind "S-F5"    "buffer-typeset-ps"
```

Toolbar

Eine Veränderung der Symbolleiste ist nur für L_X , nicht aber für $\text{K}_\text{L}_\text{X}$ möglich! Wenn Sie die Symbolleiste verändern möchten, müssen Sie die Kommentarzeichen im `toolbar`-Abschnitt von `lyxrc` entfernen. Die Kommandos werden jetzt beim Start von L_X

verwendet, um die Standardsymbolleiste durch eine eigene zu ersetzen. Sie können die Symbolleiste nun ganz einfach verändern, indem Sie einzelne `\add`-Kommandos entfernen bzw. eigene Kommandos einfügen.

```
\begin_toolbar
\layouts
\add buffer-open
\add buffer-write
...
\separator
\add buffer-view-ps
\add buffer-typeset-ps
\end_toolbar
```

Bildschirmdarstellung (Fonts)

Die Optimierung der Darstellung von Zeichensätzen kann den Arbeitskomfort in LyX ganz erheblich steigern. LyX verwendet zur Darstellung des Textes drei Zeichensatzfamilien. In der Defaulteinstellung sind das:

```
# ~/.lyx/preferences
\screen_font_roman -*-times-*
\screen_font_sans -*-helvetica-*
\screen_font_typewriter -*-courier-*
```

Je nachdem, welche Zeichensätze Ihr endgültiges Dokument verwendet (Einstellung durch `LYAOUT|DOKUMENT|ZEICHENSATZ`) und welche Zeichensätze auf Ihrem Rechner installiert sind (führen Sie `xlsfonts | less` aus!), kann eine andere Einstellung einen besseren WYSIWYG-Effekt bewirken. Wenn Sie beispielsweise die Standardschrift durch Palatino-Fonts anzeigen möchten, lautet die entsprechende Einstellung:

```
\screen_font_roman -*-palatino-*
```

Falls Sie TrueType-Fonts installiert haben (siehe Seite 515), sollten Sie diese Fonts auch in LyX einsetzen:

```
\screen_font_roman "-*-times new roman"
\screen_font_sans "-*-arial"
\screen_font_typewriter "-*-andale mono"
```

Für die Größe, in der die Zeichensätze dargestellt werden, sind zwei Parameter verantwortlich: der DPI-Wert (Dots per Inch) des Grafiksystems und der Zoomfaktor von LyX . Der DPI-Wert resultiert aus der XFree86-Konfiguration (siehe Seite 523). Als Defaultwert wird 75 DPI verwendet. Auf vielen Rechnern mit hoch auflösenden Monitoren werden aber eher 100 DPI dargestellt. Der Text sieht deswegen ziemlich klein aus.

Abhilfe schafft die Veränderung des DPI-Werts oder des Zoomfaktors. Beide Parameter können mit `BEARBEITEN|EINSTELLUNGEN|ZEICHENSÄTZE` oder in `lyxrc` eingestellt werden.

```
\screen_dpi 100
\screen_zoom 133
```

Eine letzte Maßnahme zur Verbesserung der Schriftqualität kann darin bestehen, dass Sie L_YX verbieten, Fonts zu skalieren. Das ist nur dann sinnvoll, wenn Sie alte X-Fonts verwenden, die bei einer Skalierung sehr hässlich werden. (Bei modernen TrueType- oder Type1-Fonts tritt das Problem der pixeligen Font-Darstellung nicht auf.)

```
\screen_font_scalable false
```

Farben

lyxrc sieht nur Einstellmöglichkeiten für die Vorder- und Hintergrundfarbe des Textfensters vor. Fast alle anderen Farben (die für mathematische Formeln, L^AT_EX-Code etc. verwendet werden) können durch Optionen beim Start von L_YX angegeben werden. Die Einstellmöglichkeiten sind im man-Text zu L_YX dokumentiert.

Keine Einstellmöglichkeit scheint es für die Hintergrundfarbe von L_YX-Dialogen zu geben. Diese werden leider in einem so dunklen Grau dargestellt, dass der dort angegebene Text schwer zu lesen ist.

Zusatzprogramme

Je nachdem, ob Sie (k)ghostview oder x/kdvi zur Seitenvorschau bevorzugen, können Sie das gewünschte Programm in lyxrc eintragen:

```
\view_dvi_command "kdvi"
\view_ps_command "ghostview"
```

Sonstiges

L_YX legt in regelmäßigen Abständen (per Voreinstellung alle fünf Minuten) eine Sicherungskopie an. In lyxrc können Sie natürlich auch eine andere Zeitspanne einstellen.

```
# Sicherungskopie alle zwei Minuten
\autosave 120
```

26.7 Tastenkürzel

Die folgenden Informationen gelten für die L_YX-Version 0.12 und (mit wenigen Ausnahmen) auch für K_L_YX 0.9.*n* in der Defaulteinstellung. Aus Platzgründen können bei weitem nicht alle Kürzel angegeben werden – siehe auch die Dateien cua.bind, math.bind und menus.bind im Verzeichnis /usr/share/lyx/bind/ bzw. in /opt/kde/share/apps/klyx/bind.

Die Cursortasten sowie $\langle \text{Pos1} \rangle$ und $\langle \text{Ende} \rangle$ funktionieren wie in Microsoft-Windows-Programmen. Wenn zusätzlich $\langle \text{Strg} \rangle$ gedrückt wird, werden ganze Wörter oder Absätze erfasst. Wenn zusätzlich $\langle \text{Shift} \rangle$ gedrückt wird, dient die Cursorbewegung zur Markierung eines Textbereichs.

Markierter Text kann mit $\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{C} \rangle$ kopiert, mit $\langle \text{Entf} \rangle$ oder $\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{X} \rangle$ gelöscht und mit $\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{V} \rangle$ oder $\langle \text{Shift} \rangle + \langle \text{Einf} \rangle$ wieder eingefügt werden. Im Gegensatz zu vielen anderen Programmen gibt es allerdings keine Möglichkeit, zwischen einem Eingabe- und einem Überschreibmodus zu wechseln. Die Taste $\langle \text{Einf} \rangle$ ist wirkungslos, $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ kennt keinen Überschreibmodus.

Menükommandos können mit $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{Buchstabe} \rangle$ eingegeben werden. Während bei $\text{K}\text{L}_\text{Y}\text{X}$ das entsprechende Menü sofort erscheint, muss dies in $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ durch die Eingabe eines zusätzlichen Leerzeichens erzwungen werden. (Wenn Sie die Kürzel auswendig kennen, können Sie darauf natürlich verzichten.) Menükommandos können auch mit $\langle \text{F10} \rangle$ eingeleitet werden – damit ersparen Sie sich $\langle \text{Alt} \rangle$.

HINWEIS

Wenn $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ nicht mit den englischen Originalmenüs verwendet wird (sondern beispielsweise mit deutschen Menüs), gibt es bei der Tastatureingabe von Menükommandos sowohl mit $\langle \text{Alt} \rangle$ als auch mit $\langle \text{F10} \rangle$ Probleme. Außerdem bereiten einige Tastenkürzel Schwierigkeiten, unter anderem die meisten $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{S} \rangle$ -Kommandos zur Veränderung der Zeichensatzgröße.

$\text{K}\text{L}_\text{Y}\text{X}$ ist in dieser Beziehung robuster. Unabhängig von der eingestellten Sprache kann das Menü weitgehend problemlos per Tastatur bedient werden (wenngleich auch hier $\langle \text{F10} \rangle$ versagt). Probleme bereiten allerdings diverse Tastenkürzel, die nicht wie in $\text{L}_\text{Y}\text{X}$ funktionieren (etwa $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \text{P} \rangle$, $\langle \text{Leertaste} \rangle$ zur Auswahl eines Absatztyps).

Textmodus

Elementare Kommandos

$\langle \text{Strg} \rangle + \langle \leftarrow \rangle$	Zeilenumbruch ($\backslash \backslash$ in $\text{L}_\text{A}\text{T}_\text{E}\text{X}$)
$\langle \text{Alt} \rangle + \langle \leftarrow \rangle$	neuer Absatz mit gleichem Layout
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle - \rangle$	weiche Trennung ($\backslash -$ in $\text{L}_\text{A}\text{T}_\text{E}\text{X}$)
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle " \rangle$	gerade Anführungszeichen
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{Leerzeichen} \rangle$	festes Leerzeichen einfügen
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{C} \rangle$	Text kopieren
$\langle \text{Shift} \rangle + \langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{C} \rangle$	Absatzlayout kopieren
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{D} \rangle$	DVI-Vorschau
$\langle \text{Shift} \rangle + \langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{D} \rangle$	DVI-Vorschau aktualisieren
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{F} \rangle$	Suchen und Ersetzen (<i>find</i>)
$\langle \text{Strg} \rangle + \langle \text{I} \rangle$	Kontextdialog öffnen (<i>inset</i>)

Elementare Kommandos (Fortsetzung)

$\text{Strg}+\text{L}$	$\text{L}_\text{A}\text{T}_\text{E}_\text{X}$ -Modus
$\text{Strg}+\text{M}$	Mathematik-Modus
$\text{Strg}+\text{N}$	neues Dokument
$\text{Strg}+\text{O}$	Datei öffnen
$\text{Strg}+\text{P}$	Datei drucken
$\text{Strg}+\text{Q}$	L_X beenden
$\text{Strg}+\text{R}$	Datei neu laden (<i>reload</i>)
$\text{Strg}+\text{S}$	Datei speichern
$\text{Shift}+\text{Strg}+\text{S}$	Datei speichern unter
$\text{Strg}+\text{T}$	PostScript-Vorschau
$\text{Shift}+\text{Strg}+\text{T}$	PostScript-Vorschau aktualisieren
$\text{Strg}+\text{V}$	Text einfügen
$\text{Shift}+\text{Strg}+\text{V}$	Absatzlayout anwenden
$\text{Strg}+\text{W}$	Datei schließen
$\text{Strg}+\text{X}$	Text ausschneiden
$\text{Strg}+\text{Z}$	Undo
$\text{Shift}+\text{Strg}+\text{Z}$	Redo
$\text{Alt}+\text{C}$	Schriftart auswählen (siehe unten)
$\text{Alt}+\text{M}$	Mathematische Funktionen (siehe unten)
$\text{Alt}+\text{P}$	Absatztyp auswählen (siehe unten)
$\text{Alt}+\text{S}$	Schriftgröße auswählen (siehe unten)
$\text{Alt}+\text{X}$	L_X -Kommando ausführen
F2	Datei speichern
F3	Datei öffnen
$\text{Strg}+\text{F4}$	Datei schließen
$\text{Alt}+\text{F4}$	L_X beenden
F7	Rechtschreibprüfung
F10 , Buchstabe	Menü öffnen (zurzeit nur mit englischen Menüs)

Absatzformatierung

$\text{Shift}+\text{Strg}+\text{C}$	Absatzlayout kopieren
$\text{Shift}+\text{Strg}+\text{V}$	Absatzlayout anwenden
$\text{Alt}+\text{P}$, Leertaste	Dropdown-Menü für Absatztypen (leider nicht in $\text{K}_\text{L}_\text{X}$)
$\text{Alt}+\text{P}$, 1-4	Absatztyp <i>chapter</i> , <i>section</i> , <i>subsection</i> , <i>subsubsection</i>
$\text{Alt}+\text{P}$, $\text{Shift}+\text{1-4}$	Absatztyp <i>chapter*</i> , <i>section*</i> , <i>subsection*</i> , <i>subsubsection*</i>
$\text{Alt}+\text{P}$, I	Absatztyp <i>itemized</i>
$\text{Alt}+\text{P}$, S	Standard

Zeichenformatierung

$\text{Strg} + \text{B}$	fett (<i>bold</i>)
$\text{Strg} + \text{E}$	kursiv (<i>emphasize</i>)
$\text{Strg} + \text{K}$	Kapitälchen
$\text{Shift} + \text{Strg} + \text{P}$	Typewriter (<i>program code</i>)
$\text{Strg} + \text{U}$	unterstrichen
$\text{Alt} + \text{C}$, Leertaste	keine Formatierung (Standardschrift)
$\text{Alt} + \text{C}$, B	fett (<i>bold</i>)
$\text{Alt} + \text{C}$, E	kursiv (<i>emphasize</i>)
$\text{Alt} + \text{C}$, M	Formel (Mathematik-Modus)
$\text{Alt} + \text{C}$, P	Typewriter (<i>program code</i>)
$\text{Alt} + \text{C}$, R	Roman
$\text{Alt} + \text{C}$, S	Sans Serif
$\text{Alt} + \text{C}$, T	L ^A T _E X-Modus
$\text{Alt} + \text{C}$, U	unterstrichen
$\text{Alt} + \text{S}$, $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$, $\textcircled{3}$ - $\textcircled{0}$	ganz klein bis ganz groß (5 ... normal)
$\text{Alt} + \text{S}$, T	<i>tiny</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, $\text{Shift} + \text{S}$	<i>smaller</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, S	<i>small</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, N	<i>normal</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, L	<i>large</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, $\text{Shift} + \text{L}$	<i>larger</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, H	<i>huge</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, $\text{Shift} + \text{H}$	<i>huger</i>
$\text{Alt} + \text{S}$, $+$	größer
$\text{Alt} + \text{S}$, $-$	kleiner

Mathematik-Modus

LyX ist vielen anderen Formeleditoren (etwa dem von MS Word) in einer Beziehung weit voraus: Die Formeleingabe kann beinahe vollständig per Tastatur erfolgen. Besonders L^AT_EX-Profis werden aufatmen – beinahe alle L^AT_EX-Kommandos können wie gewohnt eingegeben werden. Sobald Sie danach die Leertaste drücken, ersetzt LyX das Kommando durch das jeweilige Zeichen oder Konstrukt. Wenn Sie im Mathematik-Modus beispielsweise $\backslash \text{frac}$ und ein Leerzeichen eingeben, erzeugt LyX daraus einen Bruchstrich, und Sie können im WYSIWYG-Modus weiterarbeiten.

Mathematische Formeln

$\text{(Strg)}+\text{(M)}$	wechselt in den Mathematik-Modus
(Esc)	verlässt den Mathematik-Modus, setzt den Cursor an das Ende der Formel
(Leertaste)	mathematisches Element (z. B. Bruch, Klammernebene) verlassen
$\text{(Strg)}+\text{(Leertaste)}$	kleiner Abstand zwischen zwei mathematischen Elementen
$\backslash\text{code } \text{(Leertaste)}$	ersetzt $\backslash\text{code}$ (siehe Seite 1079) durch das entsprechende Symbol
$\text{(}_$	tiefstellen
$\text{(}_$	hochstellen
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(8)}$	Unendlich-Symbol (∞)
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(I)}$ oder (I) etc.	Klammernpaar einfügen
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(=)}$	Ungleichheitszeichen (\neq)
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(+)}$	Plus/Minus (\pm)
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(F)}$	Bruch (\textit{frac})
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(G)}, \text{(Buchstabe)}$	griechische Buchstaben (z. B. $\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(G)}, \text{(B)}$ für β)
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(I)}$	Integral
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(P)}$	Symbol für partielle Ableitung (∂)
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(S)}$	Wurzel (\textit{sqrt})
$\text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(V)}$	Vektorpfeil über das nächste Zeichen ($\vec{}$)

Abschließend noch zwei Beispiele:

$\int_{\alpha}^{\beta} x \, dx$ $\text{(Strg)}+\text{(M)}, \backslash\text{int}, \text{(Leertaste)}, \text{(}_$, $\text{(Leertaste)}, \backslash\text{beta}, \text{(Leertaste)}, \text{(Leertaste)}, \text{(}_$, $\backslash\text{alpha}, \text{(Leertaste)}, x, \text{(Strg)}+\text{(Leertaste)}, dx, \text{(Esc)}$

$\sin\left(\frac{\pi}{8}\right)$ $\text{(Strg)}+\text{(M)}, \backslash\text{sin}, \text{(Alt)}+\text{(M)}, \text{(I)}, \backslash\text{frac}, \text{(Leertaste)}, \backslash\text{pi}, \text{Cursor nach unten}, 8, \text{(Esc)}$

Kapitel 27

Gimp – Die Photoshop-Alternative

Hinter dem Kürzel Gimp (*GNU Image Manipulation Program*) verbirgt sich ein Programm zur Bildverarbeitung, das in vielerlei Hinsicht ähnliche und bisweilen sogar bessere Funktionen als das kommerzielle Programm Adobe Photoshop bietet. Der wesentliche Unterschied: Gimp ist freie Software (GPL). Die Hauptautoren sind Peter Mattis und Spencer Kimball, unterstützt von zahlreichen anderen, die bei der Fehlersuche und Optimierung geholfen oder eines der zahllosen Plugins (Erweiterungsmodule) geschrieben haben.

Dieses Kapitel gibt eine erste Einführung in Gimp 1.2. Auch wenn es aus Platzgründen nicht einmal ansatzweise möglich ist, die vielen Features von Gimp ausführlich zu beschreiben, so vermittelt das Kapitel zumindest detaillierte Informationen zu allen elementaren Funktionen.

TIPP

Einige kleinere Tools zur einfachen Konversion von Grafikdateien, zur Ausführung elementarer Bildverarbeitungsfunktionen sowie zur Herstellung von Screen-Shots werden in Kapitel 10 ab Seite 441 beschrieben.

27.1 Einführung

Was ist Gimp?

Gimp ist ein Bildverarbeitungsprogramm – so viel wissen Sie schon aus der Einleitung. Wenn Sie keine Erfahrung mit Adobe Photoshop oder einem vergleichbaren Programm haben, ist dieser Begriff vielleicht noch etwas vage. Mit Gimp können Sie:

- Bitmap-Dateien in den unterschiedlichsten Formaten lesen und speichern; zu den unterstützten Formaten zählen unter anderem GIF, JPEG, PNG und TIFF
- PostScript-Dateien (EPS/PS) und Photoshop-Dateien (PSD) importieren
- sich künstlerisch betätigen und vollkommen neue Bilder malen
- die Farb- und Helligkeitsverteilung von Bildern ändern (d. h. beispielsweise das Bild heller machen, den Kontrast verstärken etc.; diese Operationen werden bevorzugt eingesetzt, um die Qualität eingescannter Bilder zu verbessern)
- diverse Filter auf das Bild anwenden, etwa um Kanten hervorzuheben, optische Effekte zu erzielen etc.
- Teile des Bilds markieren, ausschneiden, separat bearbeiten und zu neuen Bildern zusammensetzen (Fotomontage)
- neue Grafikelemente in das Bild einarbeiten (Linien, Füllmuster, Farbverläufe, Texte etc.)
- animierte *.gif-Dateien erzeugen (der GIF-Export kann bei manchen GIMP-Versionen aus patentrechtlichen Gründen deaktiviert sein)
- MPEG-Videos bearbeiten
- Gimp-Operationen automatisieren (dazu müssen Sie sich allerdings mit der in Gimp integrierten Programmiersprache Script-Fu anfreunden)
- Gimp im Batch-Betrieb auf eine ganze Sammlung von Dateien anwenden
- die resultierenden Bilder drucken bzw. speichern (als Bitmap, als PostScript-Datei oder im Gimp-eigenen Format XCF, das neben den eigentlichen Bilddaten auch Bearbeitungsinformationen wie Masken und Ebenen speichert). Gimp enthält übrigens Druckertreiber für eine ganze Reihe von Druckern (nicht wie andere Unix/Linux-Programme nur für PostScript).

Gimp enthält selbst keine Funktionen zum Scannen von Bildern. Eine reichhaltige Funktionsbibliothek zur Bedienung Ihres Scanners unter Linux bietet dafür das Paket SANE (*Scanner Access Now Easy*), das detailliert ab Seite 443 vorgestellt wird. Nach der Installation und Konfiguration von SANE kann das Programm mit XTNS|ACQUIRE IMAGE auch als Gimp-Plugin verwendet werden.

Gimp enthält keinen Import-Filter für Photo-CD-Dateien (Dateikennung PCD). Wenn Sie Bilder von Photo-CDs lesen möchten, können Sie auf das Programm `xpcd` zurückgreifen – siehe Seite 440.

Traum und Wirklichkeit

Gimp ist ein unglaublich vielseitiges und leistungsfähiges Programm (und dieses Kapitel beschreibt gerade einmal die ersten fünf Prozent!). Dennoch ist die Gefahr groß, dass Sie das Programm nach einigen ersten Experimenten enttäuscht wieder von Ihrer Festplatte löschen. Das hat vor allem zwei Gründe:

- Gimp ist zwar ein mächtiges Werkzeug, Sie müssen sich aber intensiv einarbeiten, bis Sie es effizient nutzen können. Für gelegentliche Spielereien, um gerade mal eine *.gif-Datei auf der Homepage zu erstellen, ist das Programm nur eingeschränkt geeignet.
- Gimp stellt erhebliche Ansprüche an Ihre Hardware. Um komfortabel arbeiten zu können, sollten Sie über ausreichend Speicher (mindestens 64 MByte, besser deutlich mehr), eine schnelle CPU, einen großen Monitor, eine fein auflösende Maus und über eine Grafikkarte mit *Truecolor* verfügen (also 2^{24} Farben).

Falsche Erwartungen resultieren auch daraus, dass Gimp oft als freie, ansonsten aber gleichwertige Variante zu Adobe Photoshop beschrieben wird. Das greift (noch, Gimp wird intensiv weiter entwickelt!) ein wenig zu kurz. Die folgenden Punkte fassen die wichtigsten Einschränkungen bzw. Unterschiede zusammen:

- Die Bedienung von Gimp unterscheidet sich zum Teil erheblich von der Photoshops. Echte Gimp-Fans werden natürlich einwenden, dass die Bedienung von Gimp intuitiver und effizienter sei. Für manche Funktionen stimmt das, bei anderen hat man hingegen den Eindruck, das Programm sei von Technikern für Techniker geschrieben. Zudem ist es für Photoshop-Umsteiger oft schwierig, die richtigen Funktionen im verschachtelten Kontextmenü zu finden.
- Das Erstellen von (PostScript-)Dateien für professionelle Druckaufgaben ist mit Gimp schwieriger als mit anderen Programmen. Die Durchführung einer CMY(K)-Farbseparation oder die Herstellung von Bildern mit Sonder- oder Schmuckfarben (Duplex-Bildformat) ist zwar prinzipiell möglich, die Funktionen sind aber wenig komfortabel. Eine direkte Unterstützung von Pantone-Farben fehlt ganz.
- Wenn Sie Grafiken mit eigenen Texten erstellen, sind Sie auf die unter X verfügbaren Schriftarten festgelegt. Zwar steht mittlerweile schon eine beachtliche Auswahl freier skalierbarer Schriftarten zur Verfügung, mit dem Font-Angebot der Windows- oder Macintosh-Welt kann Unix/Linux aber nicht mithalten. (Die Installation neuer Schriftarten wird auf Seite 509 beschrieben.)

Dokumentation

Hilfe: Gimp ist seit Version 1.2 mit einer umfangreichen, englischsprachigen Online-Hilfe ausgestattet. Allerdings fehlt darin bei manchen Hilfethemen der Text, d. h. die Online-Hilfe ist noch nicht vollständig. Der Hilfe-Browser wird mit (F1) gestartet. Darüber hinaus erhalten Sie mit (Shift)+(F1) kontextabhängige Hilfe: Klicken Sie nach dieser Tastenkombination einfach das Objekt, das Ihnen Probleme bereitet, mit der Maus an.

Grokking the Gimp: Das Buch *Grokking the Gimp* ist kostenlos in elektronischer Form (HTML) oder als gedrucktes Buch verfügbar. Der Text beschreibt praxisorientiert und mit vielen Abbildungen die Anwendung von Gimp 1.2. Sie finden das Handbuch im Internet unter <http://gimp-savvy.com/>. (Mit einigen Distributionen wird die HTML-Version gleich mitgeliefert.)

GUM: Schon etwas älter ist das *Gimp User Manual*, kurz GUM. Dieses ca. 600-seitige Handbuch beschreibt zwar Gimp 1.0, viele Informationen gelten aber auch noch für Gimp 1.2. Der Text ist kostenlos in verschiedenen Formaten (HTML, PDF etc.) unter <http://manual.gimp.org/manual/> erhältlich. Alternativ können Sie das GUM auch als gebundenes Buch erwerben.

Bücher: Daneben gibt es eine ganze Reihe weiterer Bücher, die allerdings nicht in elektronischer Form verfügbar sind. Suchen Sie in einer Internet-Buchhandlung nach Gimp!

Internet: Wenn es nicht gleich ein ganzes Buch sein soll, finden Sie bei www.gimp.org viele Tipps und Tricks, eine Reihe sehr brauchbarer, beispielorientierter Tutorials etc. Wer sich über Gimp lieber in deutscher Sprache informiert, sollte einen Blick auf www.gimp.de werfen.

TIP

Das Erlernen der Funktionen von Gimp ist nur der erste Schritt zu tollen Ergebnissen. Zumindest ebenso wichtig ist das Verständnis, wie diese Funktionen in der Praxis sinnvoll angewandt werden können. Bevor Sie Ihre Ergebnisse in einem Print-Shop in Plakatgröße ausdrucken, sollten Sie sich zudem mit den zahlreichen Problemen der Farbdarstellung am Bildschirm und am Drucker beschäftigen (Kalibrierung). Ein Photoshop-Buch, das sich primär mit solchen Grundlagen der Bildverarbeitung beschäftigt (und weniger mit Bedienungsdetails), kann auch für Gimp-Anwender eine sinnvolle Investition sein. Die im Quellenverzeichnis dieses Buchs genannten Bücher haben mir in dieser Hinsicht gute Dienste geleistet.

27.2 Beispiele

In diesem Kapitel steht eine Beschreibung der wichtigsten Funktionen von Gimp im Vordergrund. Vorher gibt dieser Abschnitt zwei konkrete Beispiele, die vor allem Einsteigern in die Bildverarbeitung einen ersten Anhaltspunkt geben, wie man mit einem Bildverarbeitungsprogramm umgeht. Wahrscheinlich werden Sie die Beispiele nicht auf Anhieb nachvollziehen können – aber keine Angst! Die Details zur Bedienung der vielen hier vorgestellten Funktionen folgen in den weiteren Abschnitten.

Logos, Buttons etc.

Gimp wird gern dazu verwendet, um Logos, Buttons und Schriftzüge zu zeichnen, die sich dann auf allen möglichen Webseiten wiederfinden. Dabei stehen Tausende Möglich-

keiten offen (ich übertreibe sicher nicht!), von denen eine exemplarisch herausgegriffen wurde.

Um den punktierten Linienzug in Abbildung 27.1 nachzubilden, öffnen Sie ein neues Bildfenster (DATEI|NEU). Dann aktivieren Sie das Text-Werkzeug (T) und stellen im Werkzeugfenster die Randstärke auf 10. (Damit erreichen Sie, dass die schwebende Auswahl rund um den eingefügten Text um 10 Pixel größer ist als der eigentliche Schriftzug. Das ist notwendig, damit später die Punkte des Schriftzugs nicht an den Rändern des Texts abgeschnitten werden.)

Nun fügen Sie einen Text in ausreichender Größe ein (z. B. mit 72 Punkt). Füllen Sie den Schriftzug mit der Hintergrundfarbe (BEARBEITEN|FÜLLEN MIT HG-FARBE), sodass nur noch die Markierung sichtbar ist. Im PINSELAUSWAHL-Dialog wählen Sie nun einen punktförmigen Pinsel (z. B. Circle Fuzzy 9*9) und stellen ABSTAND auf 100. Damit erreichen Sie, dass der Punkt nicht kontinuierlich verwendet wird, sondern mit einem gewissen Abstand. (Die Einheit für den Regler ist unbekannt, Pixel sind es aber nicht.)

Als Nächstes deaktivieren Sie im EBENEN-Dialog die Option ERHALTE TRANSP., damit die runden Punkte auch außerhalb des Linienzugs sichtbar werden. BEARBEITEN|NACHFAHREN vollendet das Meisterwerk. (Experimentieren Sie mit anderen Pinselformen und ABSTAND-Einstellungen!)

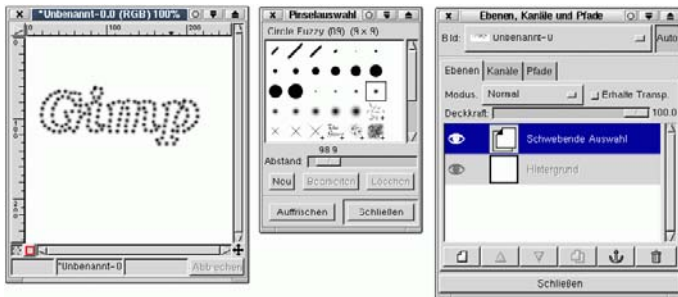


Abbildung 27.1: Ein punktierter Schriftzug mit dem Nachfahren-Kommando (Stroke)

Wenn Sie die Punkte jetzt noch mit einem Farbverlauf einfärben möchten, können Sie nicht einfach das FARBVERLAUF-Werkzeug verwenden. Es ist nämlich jetzt der gesamte Schriftzug inklusive der punktförmigen Ausbuchtungen selektiert (nicht nur die sichtbaren Punkte). Lösen Sie daher zuerst die schwebende Auswahl mit (Strg)+(H) auf, und verwenden Sie dann AUSWAHL|NACH FARBE mit einem SCHWELLWERT von 60, um nur die Punkte zu selektieren. Klicken Sie einfach einen Punkt des Schriftzugs an, nachdem Sie die Einstellungen im Farbauswahldialog durchgeführt haben. Anschließend blenden Sie die Auswahl mit AUSWAHL|AUSBLENDEN mit einem Wert von 5 ein wenig aus. Jetzt können Sie das FARBVERLAUF-Werkzeug problemlos einsetzen.

Wenn Sie es stattdessen gern dreidimensional haben, dann wenden Sie auf die mit (Strg)+(A) vollständig ausgewählte Abbildung 27.1 noch einen Filter an: FILTER|ABBILDEN|BUMP MAP. Das Ergebnis sehen Sie in Abbildung 27.2.

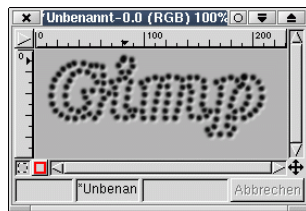


Abbildung 27.2: Schriftzug
mit 3D-Effekt

Schatten für ein 3D-Objekt

Das Ausgangsbild für dieses Beispiel sind drei mit Mathematica (übrigens unter Linux) berechnete, ineinander verschlungene Spiralen. Das Bild liegt als TIF-Datei mit 1771*1713 Pixeln vor (ca. 9 MByte, Abbildung 27.3 links), der Hintergrund ist weiß. Das Ziel besteht darin, die Spiralen mit einem Schatten zu versehen, sodass das Bild plastischer wirkt. (Die Spiralen wurden wirklich für das Titelbild meines Mathematica-Buchs verwendet. Die tatsächliche Cover-Gestaltung führte allerdings die Firma Hommer DesignProduction durch – vermutlich nicht mit Gimp, sondern mit Photoshop.)

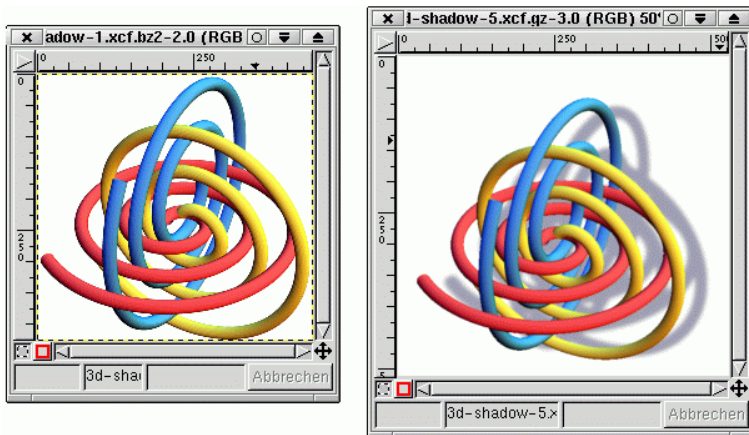


Abbildung 27.3: Links das Ausgangsbild, rechts das Endergebnis

Vorweg einige Anmerkungen dazu, wie ein Schatten mit einem Bildverarbeitungsprogramm prinzipiell erstellt wird:

- Das eigentliche Objekt wird vom Hintergrund getrennt (ausgeschnitten) und in eine eigene Ebene kopiert.
- Das Objekt wird dupliziert, schwarz eingefärbt und unscharf gemacht. (Dadurch ergibt sich der Eindruck einer diffusen Beleuchtung.)
- Die Schattenebene wird gegenüber der Objektebene verschoben und perspektivisch verzerrt.

- Die Ebenen werden korrekt angeordnet (oben das Objekt, dann der Schatten, ganz unten der Hintergrund. Der Schatten kann jetzt noch ein wenig aufgehellt werden.

TIPP

Die Arbeit mit sehr großen Bitmaps ist einigermaßen mühsam. Die Ausführung jedes Gimp-Kommandos beansprucht erhebliche Zeit. Wenn Sie nicht schon ganz genau wissen, wie Sie vorgehen, ist es zweckmäßig, zuerst einige Experimente mit einer kleinen Bitmap durchzuführen. Zum Verkleinern verwenden Sie das Kommando IMAGE|SCALE.

HINWEIS

Vom Standpunkt der Computergrafik betrachtet ist diese Schattenberechnung natürlich haarsträubend. Der tatsächliche Schatten dieser Spiralen müsste durch die Projektion des 3D-Objekts auf eine Fläche ermittelt werden – und er würde sich ganz erheblich von dem Schatten unterscheiden, der hier erstellt wird. Da die Ausgangsdaten als flaches Bild (und nicht als 3D-Objekt) vorliegen, müssen zweidimensionale Bildverarbeitungsfunktionen eingesetzt werden. Zum Glück lässt sich das Auge leicht täuschen; nur wer wirklich genau hinsieht, wird feststellen, dass der Schatten unmöglich korrekt sein kann.

Vorgehensweise

Der erste Schritt besteht darin, das 3D-Objekt vom Hintergrund zu trennen. Das ist hier einfach, weil der Hintergrund homogen weiß ist. Mit SELECT|BY COLOR wird der gesamte Hintergrund durch einen einzigen Mausklick markiert. (Strg)+① invertiert die Markierung, sodass die Markierung nun exakt die Form der Spiralen hat. Um störende halbweiße Randpixel zu eliminieren, wird die Markierung mit SELECT|SHRINK um die Breite eines Pixels verkleinert.

Die so gewonnene Markierung wird nun mit SELECT|FLOAT in eine Ebene umgewandelt. LAYERS|LAYERS & CHANNELS öffnet den Dialog zum Umgang mit Ebenen. Die neue Ebene mit dem Namen 'schwebende Auswahl' wird durch Doppelklick umbenannt und erhält den Namen '3D Object'. (Strg)+② dupliziert die Ebene. Das Duplikat bekommt den Namen 'Shadow' und wird unter die Ebene '3D Object' bewegt.

Die weiteren Operationen beziehen sich jetzt auf die Ebene 'Shadow', die dazu mit der Maus ausgewählt wird. Um Verwirrung zu vermeiden, werden alle anderen Ebenen unsichtbar gemacht. Mit (Strg)+③ wird die gesamte Ebene ausgewählt. Mit dem Tool BUCKET FILL wird der Schatten schwarz gefärbt. Anschließend wird die LAYERS-Option KEEP TRANSPARENCY deaktiviert, damit der undurchsichtige Bereich der Ebene vergrößert werden kann. Außerdem wird die Schattenebene mit LAYER RESIZE etwas vergrößert, damit genug Platz für den zusätzlichen unscharfen Rand vorhanden ist. FILTER|BLUR|GAUSSION BLUR IIR mit einem Radius von 10 verwischt die Schattenebene schließlich.

Um einen ersten Eindruck von der Gesamtkomposition zu bekommen, wird die Hintergrundebene ganz weiß eingefärbt und die Schattenebene gegenüber der Objektebene etwas verschoben. Es stellt sich heraus, dass das Gesamtbild vergrößert werden muss (sonst

rutscht der Schatten aus dem Bild heraus). Dazu wird zuerst das Bild mit IMAGE|RESIZE und danach die Hintergrundebene mit LAYER RESIZE vergrößert. Nachdem alle drei Ebenen sichtbar gemacht wurden, ergibt sich Abbildung 27.4.

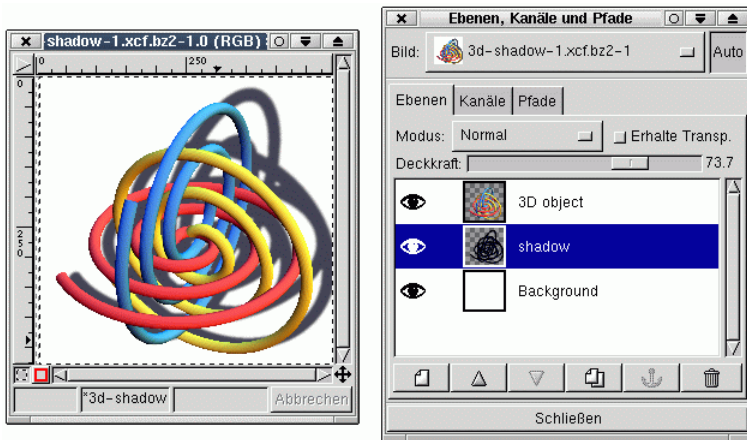


Abbildung 27.4: Das Zwischenergebnis besteht aus drei Ebenen

Damit der Schatteneffekt etwas realistischer wirkt, wird der Schatten mit dem Tool TRANSFORM ein bisschen perspektivisch verzerrt (d. h. der Schatten wird nach hinten hin größer). Außerdem wird der Schatten mit dem OPACITY-Regler des LAYERS-Dialogs abgeschwächt, damit der Kontrast nicht zu stark ist. Mit IMAGE|COLORS|LEVEL bekommt der Schatten schließlich noch einen leichten Blaustich, damit das Bild besser zum restlichen Cover passt. Jetzt stört noch, dass die ausgeschnittenen Spiralen so eckig aussehen. Hier hilft wie beim Schatten ein BLUR-Filter, allerdings mit einem viel kleineren Radius (z. B. 2).

27.3 Grundlagen

Überlebensregeln

- **Menübedienung:** In Gimp gibt es zwei Hauptmenüs: ein kleines Menü im Gimp-Hauptfenster (Toolbox) und ein tief verschachteltes Kontextmenü, das in jedem Bildfenster verfügbar ist und Kommandos für dieses Bild enthält. Außerdem gibt es in einigen Dialogen eigene Kontextmenüs. Wenn nichts anderes angegeben ist, bezieht sich dieses Buch immer auf das Kontextmenü im Bildfenster.

Das Kontextmenü kann wahlweise durch einen Mausklick auf den Pfeilbutton in der linken oberen Ecke jedes Bildfensters oder mit der rechten Maustaste im Bildfenster geöffnet werden. Soweit Menüübersetzungen zur Verfügung stehen (was für die wichtigsten Sprachen der Fall ist), zeigt Gimp die Menüs automatisch in der jeweili-

gen Landessprache an. Dazu werden sowohl die LC-Spracheinstellungen als auch die Umgebungsvariable LANGUAGE ausgewertet (siehe Seite 192).

- **Tastaturbedienung:** Fast alle Funktionen von Gimp können per Tastatur ausgewählt und durchgeführt werden. Dabei tritt aber immer wieder das Problem auf, dass sich der Tastaturfokus im zuletzt benutzten Dialog und nicht wie gewünscht im Bildfenster befindet. Versuchen Sie, Ihren Window Manager (bzw. KDE) so einzustellen, dass automatisch das Fenster unterhalb der Maus den Tastaturfokus erhält.
- **Mausaktionen abbrechen:** Wenn Sie eine schon begonnene Mausaktion abbrechen möchten, drücken Sie (bei noch gehaltener linker Taste) zusätzlich die rechte Taste. Lassen Sie dann zuerst die linke und dann die rechte Taste wieder los.
- **Hilfslinien:** Die exakte Mauspositionierung fällt in Gimp oft schwer. Verwenden Sie Hilfslinien (*guides*)! Der Mauszeiger rastet in unmittelbarer Nähe dieser Linien ein (wird quasi magnetisch angezogen). Zum Zeichnen von Hilfslinien klicken Sie mit der Maus eines der beiden Lineale an und ziehen es heraus. Zum Verschieben vorhandener Lineale aktivieren Sie zuerst den MOVE-Button der Toolbox (Vierfachpfeil). Sie dürfen beliebig viele Lineale verwenden, und Sie können diese vorübergehend mit VIEW|TOGGLE GUIDES ausblenden.
- **Toolbox:** Mit einem einfachen Mausklick in die Toolbox wählen Sie die elementaren Gimp-Funktionen aus. Zu vielen dieser Funktionen steht außerdem ein Optionendialog zur Verfügung, der durch einen Doppelklick auf den entsprechenden Button aktiviert wird.

Alle Toolbox-Werkzeuge können auch per Tastatur aktiviert werden, und zwar entweder durch einfache Buchstaben (z. B. **R** für RECTANGULAR SELECTION) oder mit **(Shift)** (z. B. **(Shift)+M** für ZOOM). Eine Referenz der wichtigsten Tastenkürzel finden Sie am Ende des Kapitels.

- **Farben:** Alle Mal- und Zeichenkommandos berücksichtigen die in der Toolbox eingestellte Vorder- und Hintergrundfarbe. Der Dialog zum Verändern dieser Farben wird durch einen Doppelklick auf das jeweilige Farbfeld aufgerufen. Das kleine Symbol links unten stellt die Defaultfarben Schwarz und Weiß wieder her, der Doppelpfeil vertauscht Vorder- und Hintergrundfarbe.
- **Dialoge:** Darüber hinaus werden viele elementare Funktionen durch die Einstellungen der Dialoge PINSEL (Stift- und Pinselformen) und MUSTER (Füllmuster) beeinflusst. Diese Dialoge werden durch das Kontextmenükommando DIALOGS geöffnet.
- **Undo und Redo:** Mit **(Strg)+Z** können Sie die letzten fünf Operationen rückgängig machen. **(Strg)+R** stellt die zurückgenommenen Operationen wieder her. In DATEI|EINSTELLUNGEN|UMGEBUNG können Sie die Anzahl der Undo-Ebenen einstellen. (Vorsicht: Der dafür benötigte Speicherplatz kann rasch sehr groß werden.)

Seit Version 1.2 ermöglicht das Fenster DIALOGS|JOURNAL einen noch komfortableren Zugang auf die letzten Arbeitsschritte. Das Fenster zeigt jeden Arbeitsschritt und zeigt das Bild zum damaligen Zeitpunkt als Icon an. Durch einen Mausklick können Sie den jeweiligen Zustand wiederherstellen.

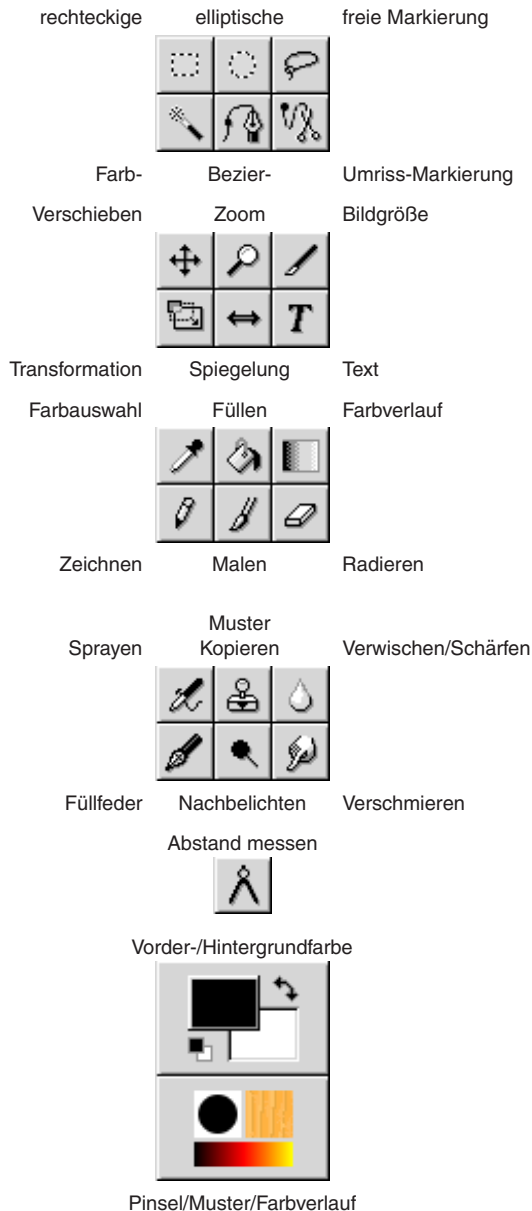


Abbildung 27.5: Die Gimp-Toolbox

- **Reglereinstellung:** Viele Effekte und Einstellungen werden durch Regler gesteuert. Diese Regler sind mit der Maus aber nur schwer exakt einzustellen. Verwenden Sie stattdessen die Tasten \leftarrow , \rightarrow , Pos1 und Ende !
- **Speichern:** Speichern Sie regelmäßig! Gimp-Abstürze sind selten, kommen aber vor. Außerdem passiert es gerade während der ersten Experimente oft, dass Sie ungewollt

Ihr Bild zerstören. Verwenden Sie FILE|SAVE AS, und verwenden Sie Dateinamen wie `namenn.xcf.gz`. Dabei ist *nn* eine fortlaufende Nummer, die den Zugriff auf alte Versionen Ihres Meisterwerks ermöglicht.

Die Kennung `*.xcf` deutet an, dass Sie das Gimp-eigene Dateiformat verwenden. (Das ist das einzige Format, in dem wirklich alle Informationen gespeichert werden. Verwenden Sie Formate wie GIF, TIFF, PNG etc. nur für das Endprodukt!) Die zusätzliche Kennung `*.gz` bewirkt eine gleichzeitige Komprimierung der Datei.

- **Zoom:** Natürlich können Sie das zu bearbeitende Bild beliebig vergrößern und verkleinern. Wenn Sie die ZOOM-Funktion der Toolbox aktivieren, bewirkt ein normaler Maustastenklick eine Vergrößerung, ein Klick in Kombination mit **(Shift)** eine Verkleinerung. Unabhängig vom ZOOM-Tool können Sie jederzeit mit **(1)** den Maßstab 1:1 aktivieren.
- **Ansichten:** Oft ist es praktisch, parallel zum vergrößerten bzw. verkleinerten Bild eine zweite Ansicht im Maßstab 1:1 anzuzeigen. Dazu öffnen Sie einfach mit ANSICHT|NEUES FENSTER ein zweites Fenster des aktuellen Bilds. Dort können Sie unabhängig vom ersten Fenster die Vergrößerung einstellen sowie die Kennzeichnung der Markierung (*marching ants*) mit **(Strg)+(T)** sowie die der Lineale mit **(Shift)+(Strg)+(T)** abschalten. Dadurch erhalten Sie einen guten Eindruck, wie das endgültige Bild aussieht.
- **Desktop:** In Gimp sind normalerweise zumindest ein halbes Dutzend Fenster geöffnet. Um das Chaos auf dem Bildschirm zu minimieren, sollten Sie für Gimp einen eigenen Desktop verwenden. (Beinahe jeder Window Manager für X kann komfortabel zwischen mehreren Desktops umschalten, die sich wie virtuelle Bildschirme verhalten.)
- **Schriftgröße:** In der Defaultkonfiguration ist die Schrift in den Gimp-Menüs und -Dialogen beinahe unleserlich klein. Werfen Sie kurz einen Blick auf Seite 1180 am Ende dieses Kapitels (Konfiguration), und stellen Sie eine größere Schrift ein!

TIPP

Je größer die zu bearbeitende Bitmap ist, desto langsamer wird Gimp (und desto mehr Speicher benötigt es). Verwenden Sie für erste Experimente kleine Bitmaps (z. B. 500*500 Pixel) – der Arbeitskomfort ist damit ungleich höher.

TIPP

Viele Wege führen zum Ziel! Lassen Sie sich weder von diesem Buch noch durch andere Gimp-Anleitungen vom Experimentieren abhalten. Verwenden Sie die Operationen, die Ihnen am einleuchtendsten erscheinen!

Dateiformate

Gimp unterstützt sowohl beim Laden als auch beim Speichern eine ganze Menge Formate. Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die wichtigsten Formate und erklärt, wann welches Format geeignet ist.

Wichtige Bitmap-Formate

BMP: Dieses Format wird nur zum Datenaustausch mit der Microsoft-Windows-Welt benötigt.

GIF: Das GIF-Format ist noch immer das beliebteste Internet-Format für Bilder und kleine Animationen. Die Bitmaps werden zwar ziemlich effizient und verlustfrei komprimiert, allerdings stehen nur 256 Farben zur Verfügung. Das Format unterstützt Transparenz (d. h. ein Teil der rechteckigen Bitmap wirkt durchsichtig). Um Gimp-Bilder als GIFs zu speichern, müssen diese vorher mit `BILD|MODUS|INDIZIERT` in den 256-Farben-Modus umgewandelt werden.

HINWEIS

Aufgrund patentrechtlicher Schwierigkeiten fehlt bei manchen Gimp-Versionen – je nach Linux-Distribution – der GIF-Filter. Von dem zum Glück nur noch bis 2003 gültigen Patent sind auch TIFF-Dateien betroffen, sofern diese mit dem LZW-Algorithmus komprimiert sind. (Das ist aber nicht bei allen TIFF-Dateien der Fall.)

Wenn Ihre Gimp-Version GIF gar nicht und TIFF nur eingeschränkt unterstützt, müssen Sie sich die erforderlichen Zusatz-Plugins im Internet besorgen. Vorher sollten Sie allerdings sicherstellen, dass Sie dabei keine Rechte der Firma Unisys verletzen. Weitere Informationen zur GIF-Patent-Problematik finden Sie unter:

<http://burnallgifs.org/>

JPEG: Dieses Format zeichnet sich durch einen außergewöhnlich effizienten Kompressionsalgorithmus aus, der sich insbesondere für Fotos eignet (weniger für technische Zeichnungen oder Screen-Shots). Die JPEG-Kompression ist allerdings nicht verlustfrei, d. h. JPEG-Bilder unterscheiden sich vom Original. Die Unterschiede sind mit bloßem Auge zumeist nicht sichtbar, wenn der Qualitätsfaktor beim Speichern nicht zu niedrig angesetzt wird. Die Defaulteinstellung von 75 Prozent ist meist vernünftig.

VORSICHT

Wenn ein JPEG-Bild mehrfach geladen, bearbeitet und wieder gespeichert wird, nimmt die Qualität jedes Mal ab. Während die JPEG-Verluste bei einmaliger Anwendung des Algorithmus mit bloßem Auge kaum sichtbar sind, summieren sich die Veränderungen auf eine unangenehme Weise. Das JPEG-Format ist daher für Arbeitskopien absolut ungeeignet! Speichern Sie erst das endgültige Bild im JPEG-Format (und archivieren Sie eine XCF-Kopie)!

PNG: Das Format wurde als Nachfolgeformat zu GIF konzipiert und ist in jeder Hinsicht besser (keine Einschränkung auf 256 Farben, trotz besserer Kompression weiterhin verlustfrei etc.). Im Gegensatz zu GIF sind auch Lizenzprobleme ausgeschlossen, d. h. das Format ist samt Quellcode frei verfügbar. Mittlerweile kommen fast alle gängigen Webbrowser mit PNG-Bildern zurecht.

TIFF: Das Format ist in der professionellen Bildverarbeitung überraschend beliebt, was aber eher historische Gründe hat. Bilder werden verlustfrei gespeichert, die (relativ schwache) Kompression ist optional. Es gibt unzählige TIFF-Varianten, weswegen der

Austausch von TIFF-Bildern zwischen unterschiedlichen Programmen manchmal problematisch ist.

VORSICHT

Wenn Sie mit Ebenen (layers) arbeiten, wird beim Speichern in Bitmap-Formaten immer nur die gerade aktive Ebene gespeichert, nicht die Gesamtkomposition! Verwenden Sie für Arbeitskopien unbedingt das Format XCF. Zum Speichern der endgültigen Bitmap müssen Sie die Ebenen mit **LAYERS|FLATTEN IMAGE** zu einem Gesamtergebnis vereinen. Dieser Hinweis gilt auch für das Speichern im PostScript-Format.

PostScript

Das PostScript-Format (PS, EPS) genießt zwar einen guten Ruf als *das* Format zur professionellen Weitergabe von Bildern. Dieser Ruf bezieht sich allerdings nur auf Text und Vektorgrafiken, nicht auf Bitmaps!

Sie sollten Bilder nur dann im PostScript-Format speichern, wenn Sie die Datei später in einem anderen Programm weiterverwenden möchten (etwa in einem Textverarbeitungsprogramm). Dabei sind zwei Optionen interessant:

ENCAPSULATED POSTSCRIPT bedeutet, dass am Beginn der PostScript-Datei ein Kommentar gespeichert wird, der den Koordinatenbereich des Bilds angibt. Diese Information ist erforderlich, damit die Abbildung später korrekt in ein anderes Programm eingebunden werden kann. PostScript-Dateien, die für die Weiterverwendung in anderen Programmen gedacht sind (und nicht einfach für den Ausdruck), bekommen üblicherweise die Dateikennung `*.eps` (nicht einfach `*.ps`).

VORSCHAU bedeutet, dass zusätzlich zu den PostScript-Kommandos eine Bitmap gespeichert wird. Das ermöglicht auch in solchen Programmen eine Vorschau, die keinen Zugriff auf einen PostScript-Interpreter haben. Durch die Vorschau-Bitmap wird die Datei allerdings wesentlich größer, ohne für den Ausdruck relevante Informationen hinzuzufügen. Aktivieren Sie diese Option daher nur, wenn Sie die PostScript-Datei auf Windows- oder Apple-Rechnern verwenden möchten (wo zumeist kein `gs` für eine einfache PostScript-Vorschau installiert ist).

Gimp kann PostScript- und PDF-Dateien auch lesen. (PDF ist ein von Adobe definiertes Format zur Weitergabe von Dokumenten. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um stark komprimierten PostScript-Code. PDF-Dokumente werden im Regelfall mit `acroread` gelesen.)

Gimp greift beim Import auf den PostScript-Interpreter `gs` zurück. Zwei Faktoren beeinflussen die dabei erreichbare Qualität: Eine hohe Auflösung liefert sehr große Bitmaps (die dann in Gimp optimiert und anschließend verkleinert werden können). Durch die KANTENGLÄTTUNG-Optionen erreichen Sie, dass bereits `gs` eine hoch auflösende Bitmap erzeugt und diese anschließend selbst verkleinert. Die Farbe der einzelnen Pixel kann daher von mehreren Punkten abgeleitet werden; es treten Graustufen bzw. Zwischentöne auf, die das Bild schärfer erscheinen lassen.

XCF und PSD

XCF ist das Gimp-eigene Dateiformat. Es ist das einzige Format, mit dem wirklich alle Bearbeitungsinformationen (Masken, Ebenen, die aktuelle Markierung etc.) gespeichert werden. Die Datei wird nicht komprimiert. Während der Arbeit an einem Bild ist XCF das einzig geeignete Format für Arbeitskopien.

Das PSD-Format ist das Photoshop-Gegenstück zu XCF. Gimp kann PSD-Dateien nur lesen, aber nicht schreiben.

TIPP

Für alle Formate gilt: Wenn Sie beim Speichern die Kennungen *.gz bzw. *.bz2 anhängen, wird die Datei automatisch komprimiert. Das ist natürlich nur sinnvoll, wenn nicht ohnedies schon ein komprimiertes Format (JPEG, GIF, PNG) vorliegt. Dateien mit diesen Kennungen werden beim Laden automatisch wieder dekomprimiert. `bzip2` komprimiert ein wenig besser als `gzip`, ist aber deutlich langsamer. Bei einer Testdatei wurden folgende Ergebnisse erzielt: `.xzf` 250 kByte, `.xzf.gz` 100 kByte, `.xzf.bz2` 93 kByte.

27.4 Malwerkzeuge

Mit Malwerkzeugen wie STIFT, PINSEL und AIRBRUSH können Sie sowohl ganz neue Grafiken erstellen als auch vorhandene Bilder verändern. Dabei sollte Ihnen aber immer bewusst sein, dass Gimp ein pixelorientiertes Bildverarbeitungsprogramm ist und kein vektororientiertes: Das Ergebnis einer Maloperation sind veränderte Pixel. Gimp speichert aber keinerlei Informationen über das gezeichnete Objekt; dieses kann daher nachträglich nicht mehr manipuliert werden.

TIPP

Erste Experimente mit den Malwerkzeugen führen Sie am besten in einem leeren, weißen Bild aus. Ihre bisherigen Ergebnisse können Sie ganz bequem mit **D** (Defaultfarben), **(Strg)+A** (alles markieren) und **(Strg)+X** (ausschneiden) löschen. Zum Experimentieren mit Farben können Sie mit **FILTER|RENDER|WOLKEN|PLASMA** rasch ein buntes Bild erzeugen.

HINWEIS

In Gimp fehlen selbst die trivialsten Zeichenkommandos – etwa zum Zeichnen eines Rechtecks oder eines Kreises. Das heißt aber keineswegs, dass das in Gimp unmöglich wäre! Eine Möglichkeit besteht darin, Markierungen zu benutzen – mehr dazu erfahren Sie ab Seite 1155. Eine weitere Möglichkeit bietet das in diesem Kapitel nicht beschriebene Tool **FILTER|RENDER|FIG**.

Die andere Alternative besteht darin, vektororientierte Zeichenprogramme einzusetzen (z. B. `dia`, `kivio`, `kontour` oder `sketch`).

Pencil, Paintbrush, Airbrush, Erase

Die Malwerkzeuge STIFT ($\text{Shift} + \text{P}$), pencil), PINSEL (P), paintbrush) und AIRBRUSH (A) sind miteinander eng verwandt. Alle drei Werkzeuge verwenden als Zeichenstift die im PINSEL-Dialog eingestellte Form. Während der STIFT diese Form als Schwarzweiß-Muster interpretiert und daher sehr scharfe Kanten liefert, berücksichtigt der PINSEL auch die Graustufen.

Mit dem AIRBRUSH kommt schließlich noch die Bearbeitungszeit ins Spiel: Je länger diese Sprühdose angewandt bzw. je öfter sie über einen Punkt bewegt wird, desto intensiver fällt das Ergebnis aus. Die Intensität pro Zeit und pro Mausbewegung kann durch Optionen gesteuert werden. Abbildung 27.6 zeigt alle drei Werkzeuge, wobei jeweils dasselbe Zeichenmuster verwendet wurde. Bei allen drei Werkzeugen können diverse zusätzliche Einstellungen im Fenster WERKZEUGEINSTELLUNGEN durchgeführt werden.

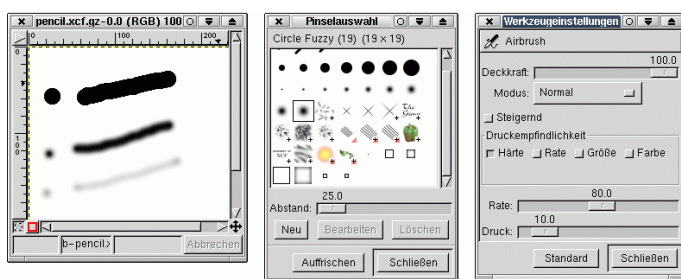


Abbildung 27.6: Anwendungsbeispiele für
Stift (oben), Pinsel und Airbrush (unten)

Der RADIERER ($\text{Shift} + \text{E}$) scheint auf den ersten Blick einfach nur die inverse Funktion zum PINSEL darzustellen. Statt der Vordergrundfarbe wird eben die Hintergrundfarbe angewandt. Ein Unterschied wird sichtbar, wenn das Werkzeug in einer so genannten *schwebenden Auswahl* verwendet wird (siehe den nächsten Abschnitt): Dann wird die schwebende Auswahl um die Pinselform verkleinert.

TIPP

Wenn Sie mit den vier Werkzeugen eine gerade Linie zeichnen bzw. löschen möchten, drücken Sie am Startpunkt einmal kurz die Maustaste. Dann bewegen Sie die Maus zum Zielpunkt und drücken dort ein zweites Mal kurz die Maustaste, diesmal aber in Kombination mit Shift .

Schreiben mit Feder und Tinte

Seit Gimp 1.2 können Sie mit dem Werkzeug TINTE Ihre Maus in eine kalligraphische Feder umwandeln. Besonders attraktiv sind dabei die vielfältigen Gestaltungsformen der Feder – siehe Abbildung 27.7.

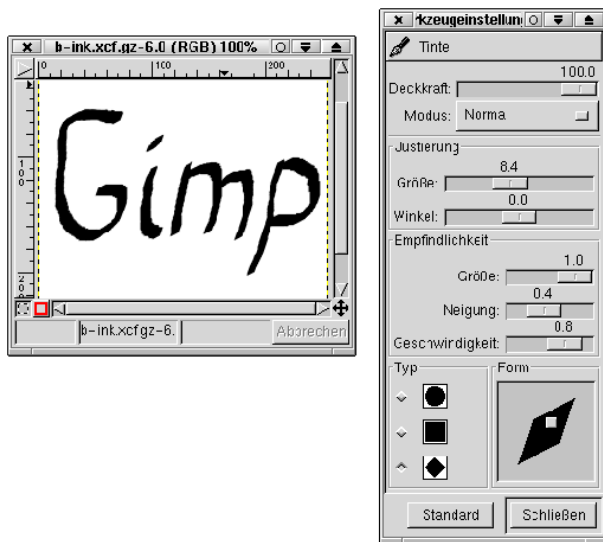


Abbildung 27.7: Kalligraphie mit Gimp

Füllen mit Farben und Mustern (Bucket Fill)

Mit dem Werkzeug FÜLLEN ((Shift)+(B)) können Sie einen farblich abgeschlossenen Bereich mit der Vordergrundfarbe, der Hintergrundfarbe oder einem im MUSTER-DIALOG eingestellten Muster füllen.



Abbildung 27.8: Füllmuster und Optionen für Bucket Fill

In der Defaulteinstellung erfasst das Werkzeug den zusammenhängenden Bereich aller Pixel, deren Farben um maximal 15 Werte vom Startpixel abweichen (bei einer Werteskala von 0 bis 255). Der zulässige Wertebereich kann mit SCHWELFWERT im Optionendialog verändert werden. In Abbildung 27.9 wurde FÜLLEN mit einem Muster und einer reduzierten Deckkraft (50) auf die mittleren Grauschattierungen angewandt.

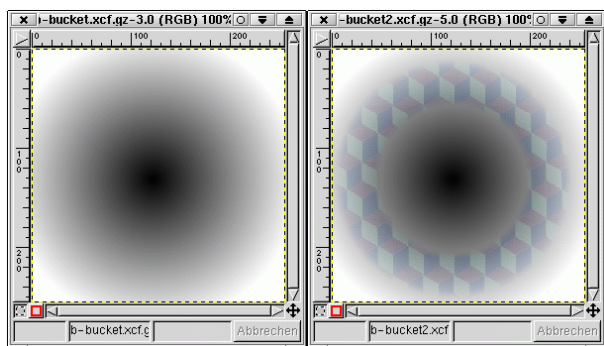


Abbildung 27.9: Anwendungsbeispiel für Bucket Fill

TIPP

Die Abgrenzung auf einen Farbbereich gilt nur, wenn keine Markierung vorhanden ist! Wenn es eine Markierung gibt, wird diese vollständig, also ohne Rücksicht auf die Farben des Inhalts, gefüllt. Lösen Sie gegebenenfalls Markierungen mit **(Shift)+(Strg)+(A)** auf, oder verwandeln Sie die Markierung mit **AUSWAHL|SCHWEBEND** in eine schwebende Auswahl!

Klonen ohne Gentechnik

Der Hilfetext zum KLONEN-Tool (**(C)**) in der Toolbox lautet *Mit Mustern oder Bildteilen zeichnen*. Das verdeutlicht bereits, dass CLONE zwei recht unterschiedliche Anwendungen kennt, je nachdem, ob bei den Werkzeugeinstellungen **MUSTER** oder **BILD** als Quelle angegeben wird:

- **MUSTER:** Hier funktioniert KLONEN ähnlich wie der PINSEL. Der Unterschied besteht darin, dass nicht in einer Farbe, sondern mit einem Muster gemalt wird. Die Musterauswahl erfolgt im **PATTERN**-Dialog. Außerdem müssen Sie im **BRUSHES**-Dialog einen Zeichenstift einstellen.
- **BILD:** Statt eines vorgegebenen Musters verwenden Sie jetzt das aktuelle (oder ein anderes) Bild als Quelle. Dazu markieren Sie mit **(Strg)** und der Maustaste den Startpunkt des Quellbereichs. Anschließend können Sie mit der Maustaste Bereiche aus dem Quellbereich kopieren. In der Praxis wird dieses Tool meist dazu verwendet, Mängel im Bild (etwa Verdeckungen) zu kaschieren. Es eignet sich aber auch dazu, bequem einen Bildbereich von einem Bild in ein anderes (oder von einer Ebene in eine andere) zu kopieren.

Die Option **AUSRICHTUNG** gibt an, wie sich das Tool bei wiederholter Anwendung verhalten soll. Die Defaulteinstellung lautet **NICHT AUSGERICHTET**: jedes Mal, nachdem beim Klonen die Maustaste losgelassen wird, beginnt das neuerliche Kopieren wieder beim Startpunkt im Muster. Die Option **AUSGERICHTET** bewirkt hingegen, dass die relative Position zum Startpunkt erhalten bleibt. Das kopierte Gesamtmuster wird dadurch

nahtlos. (Wenn Sie aus einem BILD klonen, wird die aktuelle Position des Kopierpunkts angezeigt.)

Farben

Beinahe alle Werkzeuge, die keine Füllmuster verwenden, greifen auf die aktuelle Vorder- und/oder Hintergrundfarbe zurück. Die Defaulteinstellung lautet Schwarz / Weiß und kann mit **(D)** hergestellt werden. Die beiden Farben können sehr bequem mit **(X)** vertauscht werden. Zur Einstellung von Vorder- und Hintergrundfarbe gibt es zahlreiche Möglichkeiten:

- Per Doppelklick auf das Vorder- bzw. Hintergrundfarbfeld in der Toolbox aktivieren Sie den Standarddialog zur Farbauswahl. Es lohnt sich, mit diesem Dialog ein wenig zu experimentieren! Mit den sechs Optionsbuttons können Sie zwischen unterschiedlichen Darstellungsformen für die Farbebene wählen. Die sechs dazugehörigen Schieberegler verändern den Farbton (*hue*), die Sättigung, die Helligkeit (*value*) sowie die Intensität des Rot-, Grün- und Blauanteils.
- Mit **DIALOG|PALETTE** oder mit **(Strg)+(P)** aktivieren Sie einen Dialog, in dem einige vordefinierte Farbpaletten zur Auswahl stehen.
- Falls Sie im Farbmodus **INDIZIERT** arbeiten (siehe den folgenden Hinweis), können Sie die tatsächlich verfügbaren Farben mit **DIALOG|INDIZIERTE PALETTE** in einem dritten Farbdialog anzeigen.
- Schließlich können Sie mit der **FARBPIPETTE** **(@)** per Mausklick die Vorder- oder Hintergrundfarbe aus dem Bild auswählen.

HINWEIS

Wenn Sie GIF-Bilder bearbeiten, stehen maximal 256 Farben zur Verfügung. In der Defaulteinstellung arbeitet Gimp immer mit RGB-Farben (2^{24} Farben, d. h. je 256 Rot-, Grün- und Blautöne). Zwischen dem RGB-Modus und einer limitierten Farbanzahl kann mit **BILD|MODUS|RGB** und **INDIZIERT** umgeschaltet werden. Als dritter Modus kommt noch der **GRAUSTUFEN**-Modus mit 256 Grauschattierungen in Frage.

Der Farbmodus hat keinen Einfluss auf das Aussehen der Farbauswahldialoge. Bei den diversen Maloperationen wird automatisch die am ehesten passende Farbe verwendet. Beachten Sie auch, dass im -Farbmodus **INDIZIERTEN** eine Menge Operationen (insbesondere Filter) nicht zur Verfügung stehen.

Farbverläufe (Blend)

Das **FARBVERLAUF**-Werkzeug (Tastenkürzel **(L)**) füllt einen zuvor markierten Bereich mit einem kontinuierlichen Übergang zwischen zwei oder mehreren Farben. Dazu wird mit der Maus inner- oder außerhalb der Markierung eine unsichtbare Linie gezeichnet. Die Farben werden im Verlauf dieser Linie angewandt, wobei für den Startpunkt (und den

Bereich davor) die Vordergrundfarbe und für den Endpunkt die Hintergrundfarbe eingesetzt wird. Mit anderen Worten: Es ist entscheidend, in welche Richtung Sie die Gradationslinie zeichnen!

FARBVERLAUF kann sinnvollerweise nur mit Markierungen verwendet werden. Markierungen werden erst im nächsten Abschnitt behandelt. Ohne Markierung wird das gesamte Bild erfasst, was bestenfalls zur Herstellung eines Hintergrunds dienen kann.

Der Farbverlauf kann in den WERKZEUGEINSTELLUNGEN durch unzählige Optionen beeinflusst werden:

- Der VERSATZ-Regler steuert, wie weich (0) oder hart die Farbübergänge aussehen sollen.
- Der ÜBERGANG-Modus gibt an, wie die Farben für den Farbübergang gemischt werden. Besonders attraktiv ist der Modus VG TO TRANSPARENT, bei dem die Vordergrundfarbe mit einer transparenten Farbe gemischt wird. Wenn Ihnen der Übergang zwischen zwei Farben nicht reicht, stellen Sie als Übergang den Modus EIGENER FARBVERLAUF ein und wählen mit DIALOGS|GRADIENT EDITOR einen der zahlreichen vordefinierten Farbverläufe mit so klingenden Namen wie *Burning Paper*, *Caribbean Blues*, *Sunrise* oder *Tropical Colors* aus. (Über das Kontextmenü dieses Dialogs können Sie übrigens auch eigene Farbverläufe erzeugen.)
- Der FARBVERLAUF-Modus gibt an, ob der Verlauf linear, kreisförmig (radial), sternförmig etc. aussehen soll. Abbildung 27.10 zeigt Beispiele für die wichtigsten Formen.

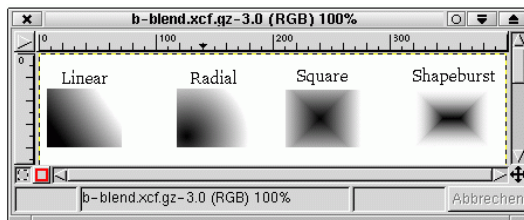


Abbildung 27.10: Anwendungsbeispiel für Blend

- Normalerweise werden im Bereich vor und hinter der Gradationslinie einfach die Vorder- und Hintergrundfarben angewendet. Mit der Option WIEDERHOLUNG können Sie den Gradientenverlauf auch wiederholen. Abbildung 27.11 zeigt dafür ein Beispiel.
- Durch die so genannte ANPASSENDE HOCHRECHNUNG wird der Farbübergang durch ein mathematisch aufwändigeres Verfahren hergestellt. Ein sichtbarer Unterschied ist vor allem dann zu bemerken, wenn der Farbübergang (mit REPEAT) sehr häufig wiederholt wird, wenn also sehr rasche Übergänge stattfinden (z. B. zur Darstellung von Schallplattenrillen). Solche Übergänge wirken dank Supersampling glatter (weniger pixelig). Dieser Effekt wird durch den Ausdruck allerdings teilweise wieder zunichte gemacht, weswegen Abbildung 27.12 den Eindruck nur näherungsweise zeigt.

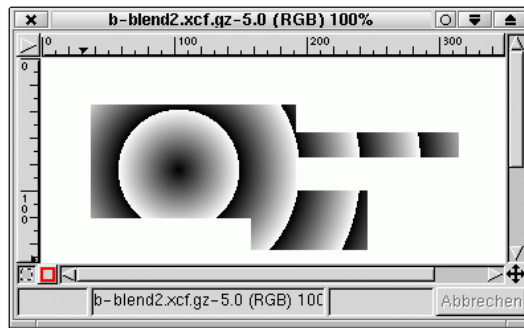


Abbildung 27.11: Ein radialer, sägezahnförmig wiederholter Gradientenverlauf

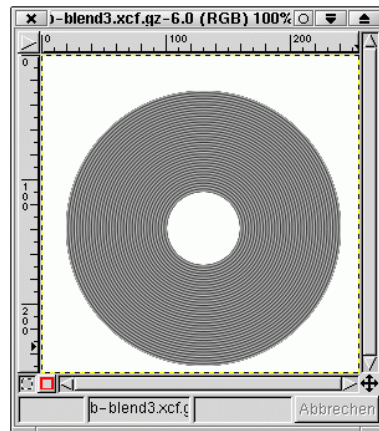


Abbildung 27.12: Dank Supersampling sehen die Kreise einigermaßen glatt aus

Bild schärfen bzw. weichzeichnen (Sharpen/Blur)

Aus dem CONVOLVER-Tool (*to convolve*: zusammen- oder aufrollen; Tastenkürzel **⌘V**) ist in der deutschen Gimp-Version VERKNÜPFEN geworden. Mit dem Werkzeug können Sie je nach WERKZEUGEINSTELLUNG die Farben im Bereich des Pinsels verwischen oder verstärken (und dadurch die Kanten hervorheben). Vorsicht: Beim Verwischen wird das Bild immer dunkler, die jeweils dunkelsten Farbanteile der betroffenen Pixel werden also bevorzugt.

TIPP

Wenn Sie die Schärfe in einem größeren Bildbereich verändern möchten, markieren Sie diesen Bereich und wenden dann einen WEICHZEICHNEN- oder VERBESSERTEN-Filter an.

Abwedeln und Nachbelichten

Mit dem Werkzeug ABWEDELN/NACHBELICHTEN können Sie einzelne Bildteile mit einem Pinsel aufhellen oder abdunkeln. ABWEDELN eignet sich insbesondere dazu, nachträglich Glanzlichter in ein Bild einzubringen.

Verschmieren

Mit dem Werkzeug VERSCHMIEREN können Sie einen Bildbereich verschmieren. (Die Farbe einzelner Pixel wird dazu der Durchschnittsfarbe der Pixel aus der Umgebung angeglichen.) Der Schieberegler RATE gibt an, wie stark die Verschmierung sein soll. (Die Defaulteinstellung ist meist zu intensiv.)

Zusätzliche Optionen

Fast alle in diesem Abschnitt vorgestellten Operationen lassen sich durch einige Optionen noch genauer steuern. Einstellungsmöglichkeiten für diese Optionen finden Sie bei den WERKZEUGEINSTELLUNGEN sowie in den PINSEL- und MUSTER-Dialogen. Der folgende Überblick beschränkt sich auf eine Kurzbeschreibung, die eigenes Experimentieren natürlich nicht ersetzen kann.

- **MODUS:** Gibt an, auf welche Weise die bisherigen und die neuen Farben kombiniert werden sollen, z. B. durch Addition, Subtraktion, Multiplikation oder durch die Veränderung der Sättigung. Die Wirkung der Modi ist im Voraus oft nur schwer zu erraten. Am anschaulichsten sind die Modi NUR ABDUNKELN bzw. NUR AUFHELLEN.
- **DECKKRAFT:** Gibt an, ob die Operation (100 Prozent) deckend oder transparent durchgeführt werden soll. Im zweiten Fall scheint das bisherige Bild unter dem neuen Muster durch. Die Operation kann jetzt mehrfach angewandt werden, die Intensität nimmt dabei immer mehr zu.
- **VEREINIGUNG ABTASTEN:** Diese Option ist nur interessant, wenn Sie mit mehreren Ebenen arbeiten. Normalerweise gelten dann alle Operationen nur für die aktive Ebene. Wenn VEREINIGUNG ABTASTEN aktiv ist, werden dagegen die am Bildschirm tatsächlich sichtbaren Farben berücksichtigt. (Unabhängig von dieser Option wird aber in jedem Fall die aktive Ebene *verändert*. VEREINIGUNG ABTASTEN bezieht sich also nur auf das Lesen von Farben, nicht auf das Verändern.)
- **ABSTAND:** Gibt an, nach welcher Mausbewegung (in Pixel) ein Pinselmuster wiederum angewendet werden soll. Wenn ABSTAND 25 beträgt, müssen Sie die Maus also 25 Pixel (bei einem Zoomfaktor von 1:1) bewegen, bevor das Pinselmuster zum zweiten Mal angewandt wird. Beachten Sie, dass die Pinselformen jeweils unterschiedliche Voreinstellungen für ABSTAND haben.

27.5 Text

Um Text in Ihr Bild einzufügen, aktivieren Sie zuerst das TEXT-Tool und klicken dann mit der Maus an die ungefähre Position im Bild, wo der Text später erscheinen soll. Jetzt erscheint ein Dialog, in dem Sie die gewünschte Schriftart auswählen und den einzufügenden Text eingeben.

HINWEIS

Im Normalmodus bzw. bei Gimp 1.n sind einmal durchgeführte Texteingaben unveränderlich! Seit Gimp 1.2 können Sie in den WERKZEUGEINSTELLUNGEN die Option DYNAMISCHEN TEXT aktivieren. Gimp verwendet dann ein intern vollkommen anders organisiertes Werkzeug, das die Eingabe mehrzeiligen, veränderlichen Texts ermöglicht. Details dazu finden Sie am Ende dieses Abschnitts.

Wenn Sie den Dialog nun mit OK abschließen, wird der Text an der zuvor angeklickten Position eingefügt. Der Text kann jetzt noch beliebig verschoben werden. Um den Text endgültig mit dem Bild zu verschmelzen, wählen Sie entweder ein AUSWAHL-Werkzeug aus und klicken mit der Maus außerhalb des Texts, oder Sie drücken **(Strg)+(H)**. Wenn Sie dagegen nicht zufrieden sind, können Sie den Text mit **(Strg)+(X)** löschen und einen neuen Versuch starten.

HINWEIS

Nach dem Einfügen eines Texts gilt dieser als so genannte 'schwebende Auswahl'. Dabei handelt es sich um eine Variante zu einer normalen Markierung, deren Eigenschaften ab Seite 1163 beschrieben werden. Sie können den Text jetzt verschieben, transformieren, mit Farben füllen etc., ohne das dahinter befindliche Bild zu beeinflussen.

Font-Auswahl

Der Dialog zur Fontauswahl erscheint vielleicht nicht besonders intuitiv – schon gar nicht, wenn Sie bisher unter Windows bzw. auf einem Apple Macintosh gearbeitet haben. Der Grund besteht in der internen Verwaltung von Schriftarten im X Window System. Jeder Font hat einen Namen der folgenden Form (verkürzt):

`-foundry-family-weight-slant-width-size-spacing-encoding`

Ein konkretes Beispiel verdeutlicht das Prinzip:

`-adobe-helvetica-bold-o-normal--10-100-75-75-p-60-iso8859-1`

- Es handelt sich also um einen Font der Firma Adobe.
- Der Schrifttyp ist Helvetica (so ähnlich wie Arial, also ohne Serifen).
- Es handelt sich also um eine fette Schriftart. (Andere Möglichkeiten wären *normal*, *medium*, *black*, *extrabold* etc.).
- Die Neigung der Schriftart ist *o* (*oblique*, also schräg). (Andere Optionen sind *r* (*roman*, also aufrecht) oder *i* (*italic*, kursiv).)

- Die Weite des Fonts ist nicht angegeben. (Manche Fonts kennen hier *condensed*, *extended* etc.)
- Die Größe beträgt 10 Punkt.
- Der Spacing-Typ ist *p* (*proportional*). (Andere Möglichkeiten sind *c* oder *m* für *character cell* oder *monospaced*. Beides bedeutet, dass alle Zeichen der Schriftart gleich breit sind, wie dies etwa bei der Schriftart Courier der Fall ist.)
- Die Zeichen sind gemäß ISO-Latin 1 codiert. (Diese Codierung umfasst alle Zeichen des westeuropäischen Sprachraums.)
- Die verbleibenden Zahlen beschreiben die Auflösung der Schrift, die mittlere Zeichenbreite etc.

Sie sehen anhand der obigen Liste, dass X viel mehr Möglichkeiten vorsieht, Zeichensätze zu beschreiben, als dies unter Windows der Fall ist. (Es kann durchaus sein, dass zwei Courier-Zeichensätze von unterschiedlichen Herstellern installiert sind. Diese Zeichensätze sehen auch unterschiedlich aus; Sie können sich für den entscheiden, der Ihnen besser gefällt.)

Diese Vielfalt macht allerdings auch den Dialog zur Fontauswahl (siehe Abbildung 27.13) relativ komplex. Der Dialog ist auf drei Dialogblätter verteilt:

- Die wichtigsten Einstellungen – also Schriftart, Stil und Größe – werden im Dialogblatt FONT durchgeführt.
- Das Dialogblatt FONT INFORMATION gibt im Detail an, welche Eigenschaften die ausgewählte Schriftart tatsächlich aufweist.
- Im Dialogblatt FILTER können Sie schließlich die Wahlmöglichkeiten einschränken: Wenn Sie beispielsweise aus dem Listenfeld SPACING den Eintrag MONOSPACED auswählen, werden im Dialogblatt FONT nur noch Schriftarten mit konstanter Buchstabengröße angezeigt.

TIPP

Beachten Sie bitte, dass unter X manche Schriftarten nur in einer Reihe vordefinierter Größen zur Verfügung stehen. (Typisch sind 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20, 24, 25 und 34 Punkt.) Solche Schriftarten können zwar auch in anderen Größen dargestellt werden, sehen dann aber hässlich aus.

Wenn Sie im Fontauswahldialog nur solche Schriftarten anzeigen möchten, die in allen Größen scharf dargestellt werden können, müssen Sie im Dialogblatt FILTER die Fonttypen BITMAP und SCALED BITMAP deaktivieren. Das ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn Sie einige sehr große Buchstaben benötigen.

TIPP

Gimp greift bei der Darstellung von Text auf die vom X Window System angebotenen Schriftarten zurück. Grundlageninformationen sowie Tipps zur Installation zusätzlicher Fonts finden Sie auf Seite 509. Wenn Sie nur die üblichen Fonts installiert haben, sollten zumindest die Schriftarten *charter*, *courier* und *utopia* in allen Größen in ansprechender Qualität zur Verfügung stehen.

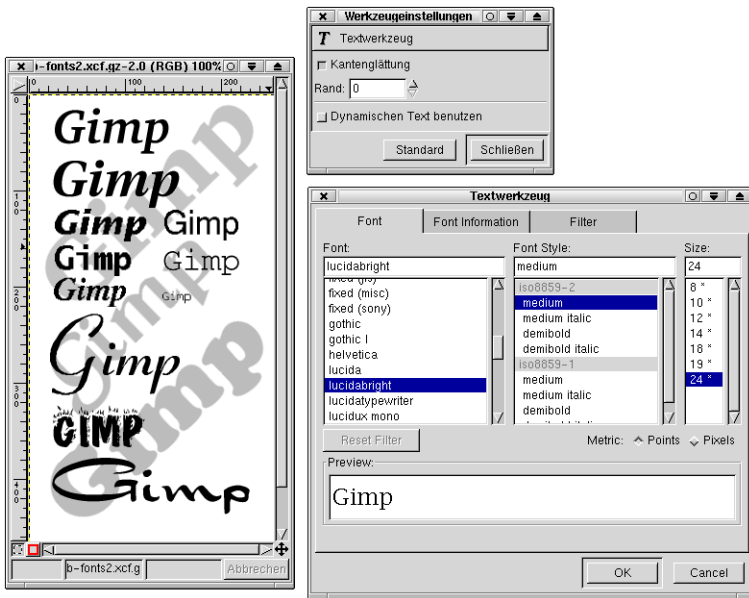


Abbildung 27.13: Gimp-Fontauswahl

Kantenglättung, Rand

Zwei Gimp-spezifische Einstellungen des Textdialogs sind jetzt noch zu beschreiben: KANTENGLÄTTUNG und RAND. Die KANTENGLÄTTUNG-Option führt dazu, dass die Ränder des eingefügten Texts mit Grau- bzw. Farbschattierungen dargestellt werden. Der Text wirkt deshalb am Bildschirm schärfer und weniger pixelig.

Wenn Sie im RAND-Feld einen Zahlenwert angeben, wird der Rahmen der schwebenden Auswahl rund um den Text um diese Anzahl von Pixeln vergrößert. Dafür gibt es zwei Gründe: Bei manchen Zeichensätzen wird ohne diese Option der Text abgeschnitten (etwa der erste, kursive Buchstabe oder Unterlängen wie beim Buchstaben g). Zum anderen ist es dann möglich, in weiteren Bearbeitungsschritten den ausgewählten Teil der schwebenden Auswahl zu vergrößern. (Sie können den Rahmen der schwebenden Auswahl auch nachträglich im EBENEN-Dialog vergrößern.)

Dynamischer Text

Wenn Sie in den WERKZEUGEINSTELLUNGEN die Option DYNAMISCHEN TEXT aktivieren, erscheint beim Einfügen von Text ein ganz anderer Dialog – siehe Abbildung 27.14. Dieser Dialog bietet unter anderem die folgenden zusätzlichen Möglichkeiten:

- Eingabe mehrzeiligen Texts
- Ausrichtung des Texts (links-, rechtsbündig, zentriert etc.)
- Rotierter Text



Abbildung 27.14: Dynamischer Text

Der wahrscheinlich wichtigste Unterschied besteht aber darin, dass Sie dynamischen Text zu einem späteren Zeitpunkt verändern bzw. korrigieren können. Um dies zu ermöglichen, wird dynamischer Text nicht als schwebende Auswahl, sondern als neue Ebene in das Bild eingefügt. Wenn Sie den Text verändern möchten, müssen Sie im Ebenenfenster zuerst die betreffende Ebene auswählen und den Text dann im Bildfenster mit dem Textwerkzeug anklicken. (Wenn Sie die Ebenenauswahl vergessen bzw. wenn die Hintergrundebene aktiv ist, wird mit dem Textwerkzeug eine neue Ebene mit Text erzeugt.)

27.6 Auswahl (Markierung)

Die Anwendung von Malwerkzeugen auf das gesamte Bild ist die Ausnahme. Vielmehr sollen die meisten Operationen zumeist nur auf ganz bestimmte Teile des Bilds angewandt werden. Das Problem besteht darin, den gewünschten Bereich eines Bilds vorher möglichst exakt zu markieren. (Besonders schwierig ist das in Fotos, wenn beispielsweise eine Person oder ein Objekt vom Hintergrund getrennt werden soll.)

Der markierte Bereich wird durch einen blinkenden Rand (*marching ants*) gekennzeichnet. Für die Arbeit mit Markierungen sind folgende Tastenkürzel unentbehrlich:

Markierungen bearbeiten

- (Strg)+(T)** schaltet die blinkende Kennzeichnung der Markierung aus bzw. wieder an (*toggle*); die Markierung bleibt dabei erhalten
- (Strg)+(I)** invertiert die Markierung, d. h. alles, was bisher außerhalb war, ist jetzt innerhalb
- (Strg)+(A)** markiert das gesamte Bild
- (Shift)+(Strg)+(A)** löst die Markierung auf



Tip

Markierungen (allerdings keine schwebende Auswahl) können mit AUSWAHL|IN KANAL SICHERN bleibend gespeichert und später wieder hergestellt werden. Der Umgang mit Kanälen wird allerdings erst auf Seite 1167 beschrieben. Kanäle stellen oft eine interessante Alternative zu Markierungen dar!



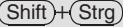
HINWEIS

Es gibt zwei Typen von Markierungen, die gewöhnliche und die so genannte 'schwebende Auswahl'. Der Unterschied wird auf Seite 1163 beschrieben. Nur so viel vorweg: Manche Malwerkzeuge funktionieren je nach Markierungstyp unterschiedlich! So füllt etwa das FÜLLEN-Werkzeug in einer gewöhnlichen Markierung einfach die gesamte Auswahl mit einer Farbe oder einer Muster. In einer schwebenden Auswahl werden dagegen nur Pixel mit einer ähnlichen Farbe wie der Startpixel gefüllt – siehe Seite 1146.

Rechteckige und elliptische Markierungen

Rechteckige, elliptische und kreisförmige Markierungen werden mit den Werkzeugen RECHTECKIGE bzw. ELLIPTISCHE AUSWAHL ( bzw. ) und der Maus gezeichnet. Während der Auswahl können zusätzlich zur linken Maustaste die folgenden Tasten gedrückt werden:

Markierungsform beeinflussen



	Quadrat bzw. ein Kreis
	der Startpunkt ist kein Eckpunkt, sondern der Mittelpunkt
	Quadrat/Kreis um den Mittelpunkt

TIPP



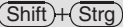
Um Markierungen möglichst exakt an den Grenzen eines Objekts herzustellen, sollten Sie vorher Hilfslinien zeichnen.

Wenn Sie den Rand eines Rechtecks oder einer Ellipse markieren möchten, können Sie entweder zwei entsprechende Objekte voneinander abziehen (siehe unten) oder das Kommando AUSWAHL|RAND verwenden (siehe Seite 1161).

Markierungen zusammensetzen

Oft möchten Sie die Markierung aus mehreren Teilen zusammensetzen – etwa aus einem Kreis und zwei Rechtecken. Vielleicht wollen Sie daraus noch einen Teil ausschneiden. Wenn bereits eine Markierung besteht, haben die Tasten  und  am *Beginn* der Markierung folgende Bedeutung:

Markierungen kombinieren

	zur Markierung hinzufügen
	von der Markierung abziehen
	gemeinsame Schnittmenge aus bisheriger und neuer Markierung bilden

Wahrscheinlich erscheint Ihnen das als Widerspruch zur vorherigen Tabelle, die die Bedeutung von **(Shift)** und **(Strg)** bei der Markierung von Rechtecken und Ellipsen beschrieb. Entscheidend ist aber der Zeitpunkt, wann **(Shift)** und **(Strg)** gedrückt werden!

Wenn Sie beispielsweise die Markierung in Abbildung 27.15 herstellen möchten, markieren Sie zuerst das Rechteck. Anschließend drücken Sie **(E)**, bewegen die Maus in die Mitte der unteren Linie des Rechtecks, drücken **(Strg)** (Subtraktion) und beginnen die Markierung. Während Sie die Ellipse zeichnen, drücken Sie zusätzlich noch **(Shift)**. (Die Tastenkombination **(Shift)+(Strg)** bewirkt jetzt, dass ein Kreis rund um den Startpunkt markiert wird.) Die Veränderung von **(Shift)+(Strg)** während der Markierung, d. h. während die linke Maustaste gedrückt bleibt, erfordert einige Übung, funktioniert dann aber recht gut.

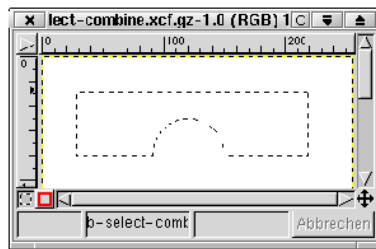


Abbildung 27.15: Markierungen zusammensetzen

TIPP

Zur Wiederholung nochmals eine Überlebensregel: Wenn Sie eine schon begonnene Markierung abbrechen möchten, drücken Sie (bei noch gehaltener linker Maustaste) zusätzlich die rechte Taste, und lassen Sie dann zuerst die linke und dann die rechte Taste wieder los. Einige Stunden Übung mit Gimp – und Sie haben die Fingerfertigkeit einer Pianistin!

Lasso (Freie Auswahl), Intelligente Schere (Umrissauswahl)

Mit der Lasso-Funktion (**FREIE AUSWAHL**, **(F)**) markieren Sie einfach den Bereich, den Sie mit der Maus bei gedrückter Maustaste umranden. (Wenn die Umrandung nicht geschlossen ist, verbindet Gimp die Start- und Endpunkte durch eine Linie.)

Die Funktion **INTELLIGENTE SCHERE** (**(I)**) geht noch einen Schritt weiter: Durch wiederholte Mausklicks definieren Sie den Umriss der gewünschten Auswahl Punkt für Punkt. Gimp verbindet die Punkte allerdings nicht einfach durch gerade Linien, sondern versucht die Auswahl anhand des Bildinhalts zu verbessern.

Nachdem die Markierung durch einen Klick auf den Startpunkt abgeschlossen wurde, können die einzelnen Punkte mit der Maus verschoben werden. Sie können auch nachträglich zusätzliche Stützpunkte einfügen. Ein Mausklick innerhalb des Umrisses wandelt diesen schließlich in eine gewöhnliche Auswahl um. (Achtung: Dieser Schritt kann nicht mehr rückgängig gemacht werden.)

Mehrere Experimente mit dieser Funktion sind eher enttäuschend verlaufen: Gimp konnte nie erraten, was eigentlich markiert werden sollte.

Zauberstab (unscharfe Auswahl)

Mit dem ZAUBERSTAB (auch UNSCHARFE AUSWAHL oder FUZZY SELECTION genannt, **(Z)**) wird ein zusammenhängender Bereich ähnlichfarbiger Pixel ausgewählt (z. B. die glänzend rote Autokarosserie in einem Bild). Dazu klicken Sie einfach mit der Maus einen Startpunkt an, dessen Farbe möglichst charakteristisch für den gewünschten Bereich ist. Mit noch immer gedrückter Maustaste können Sie nun die Selektionsschwelle vergrößern (Bewegung nach rechts) oder verkleinern (nach links).

Eine ganz ähnliche Aufgabe erfüllt AUSWAHL|NACH FARBE. Dieses Werkzeug wird allerdings über einen eigenen Dialog gesteuert, in dem die aktuelle Auswahl als Schwarz-weißmaske angezeigt wird (Abbildung 27.16; die markierten Bereiche werden weiß dargestellt). Die Auswahl kann sehr komfortabel durch Bereiche einer bestimmten Farbe erweitert bzw. verkleinert werden. Dabei können Sie sowohl das Bild als auch die Vorschaumaske im Dialog anklicken.

Der UNGENAUIGKEITS-Regler bestimmt, wie groß der Farbbereich sein soll. Der Regler gilt allerdings nicht für bereits durchgeführte Markierungen, sondern erst für alle weiteren Operationen. Bei Markierungen, die schrittweise zusammengesetzt werden, gibt es leider keine Undo-Funktion. (Versuchen Sie es mit SUBTRAKTION!)

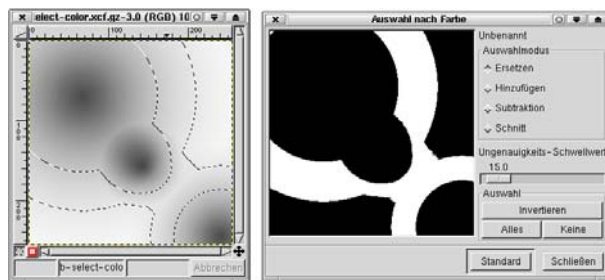


Abbildung 27.16: Gleichfarbige Bereiche markieren

So faszinierend beide Tools sind, so selten können die damit durchgeführten Markierungen ohne weitere Verfeinerung verwendet werden. Erwarten Sie also keine Wunder!

Tipp

AUSWAHL|NACH FARBE bietet eine einfache Möglichkeit, ein Objekt auf einem einfarbigen Hintergrund durchsichtig zu machen: Markieren Sie einfach den Hintergrund, und schneiden Sie ihn mit **(Strg)+(X)** aus! (Das klappt natürlich nur dann problemlos, wenn die Hintergrundfarbe nicht auch im Objekt selbst vorkommt.)

Bezier-Auswahl

Von allen in diesem Abschnitt vorgestellten Markierungswerkzeugen ist die BEZIER AUSWAHL (**B**) wahrscheinlich am schwierigsten zu bedienen. Dafür gelingt es damit zumeist, das gewünschte Objekt einigermaßen exakt einzugrenzen – und genau daran scheitern die anderen Werkzeuge trotz all des dort gebotenen Komforts.

Zuerst ein kurzer mathematischer Exkurs: Bezier-Kurven werden aus Linienstücken zusammengesetzt, die jeweils durch Polynome dritter Ordnung beschrieben werden. In der Praxis bedeutet das, dass für jedes Linienstück der Start- und der Endpunkt sowie die Tangenten (also die Richtung) der Kurven an diesen Punkten angegeben werden können. Das BEZIER-Werkzeug hilft dabei, diese Punkte sowie die Tangenten zu bestimmen.

Eine Bezier-Kurve wird in mehreren Schritten gebildet. Üben Sie ein wenig, bevor Sie eine aufwändige Form markieren – zu den meisten Operationen mit Bezier-Kurven gibt es keine Undo-Möglichkeit, und Sie müssen nach einem Fehler von vorn beginnen.

- Setzen Sie mit einer Folge einfacher Mausklicks die Stützpunkte der Kurve. Sie brauchen für jedes Kurvenstück nur einen Stützpunkt (idealerweise dort, wo die Krümmung zwischen konkav und konvex wechselt). Sie schließen die Kurve, indem Sie zuletzt den ersten Punkt nochmals anklicken.
- Sobald die (noch eckige) Kurve geschlossen ist, verändert die linke Maustaste ihre Bedeutung. Sie dient jetzt dazu, die quadratischen Kontrollpunkte der Tangenten aus den runden Stützpunkten herauszuziehen und zu verändern.
- Normalerweise liegen zwei zusammengehörende Tangentenpunkte auf einer Linie. Mit (**Shift**) und der Maustaste können Sie die Punkte aber auch getrennt voneinander verschieben. Dadurch gewinnen Sie mehr Gestaltungsmöglichkeiten. Allerdings bekommt die Kurve am Stützpunkt einen Knick (während der Übergang sonst glatt ist).
- Mit (**Strg**) und der Maus können Sie die Stützpunkte nachträglich verschieben.
- Zuletzt klicken Sie mit der Maus innerhalb des Kurvenzugs. Damit wird die Bezier-Kurve in eine gewöhnliche Markierung umgewandelt.

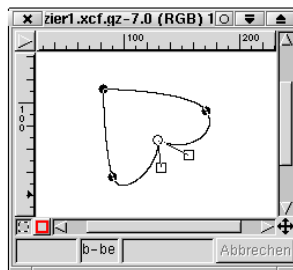


Abbildung 27.17: Eine einfache Bezier-Kurve

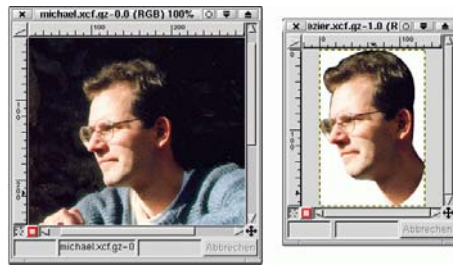


Abbildung 27.18: Der mit einer Bezier-Kurve ausgeschnittene Kopf des Autors

VORSICHT

Die Zahl der Stützpunkte einer Bezier-Kurve kann nachträglich nicht verändert werden. Zu viele Stützpunkte vergrößern andererseits den Arbeitsaufwand unnötig – übertreiben Sie es also nicht!

Sobald Sie mit der Maus innerhalb des Kurvenzugs klicken, wird die Kurve in eine normale Markierung umgewandelt. Im Gegensatz zu Gimp 1.0 können Sie die Kurve aber weiter verändern.

Markierungsoptionen

In den WERKZEUGEINSTELLUNGEN der meisten oben behandelten Werkzeuge stehen die folgenden Optionen zur Verfügung. Die Optionen müssen vor Beginn der Markierung eingestellt werden; eine nachträgliche Veränderung ist wirkungslos!

- **AUSBLENDEN:** Diese Option bewirkt, dass der Übergangsbereich zwischen dem markierten und dem nicht markierten Bereich fließend verläuft. Die Wirkung wird erst sichtbar, wenn Sie den markierten Bereich verschieben oder bearbeiten. (Die englische Bezeichnung dieser Funktion lautet übrigens Feather, falls Sie in der englischen Dokumentation danach suchen.)
- **KANTENGLÄTTUNG:** Diese Option führt dazu, dass die Grau- bzw. Farbschattierungen an einer schrägen oder runden Begrenzungskurve interpoliert werden. Die markierte Form sieht deswegen deutlich glatter aus, die Kanten sind weniger scharf (siehe Abbildung 27.19).
- **VEREINIGUNG ABTASTEN:** Wenn diese Option aktiv ist, werden die auf dem Bildschirm tatsächlich sichtbaren Farben berücksichtigt (und nicht nur die Farben der aktiven Ebene).

In Abbildung 27.19 wurde ein Kreis einmal ohne KANTENGLÄTTUNG, einmal mit dieser Funktion und ein drittes Mal mit AUSBLENDEN (Radius 15) markiert und verschoben.

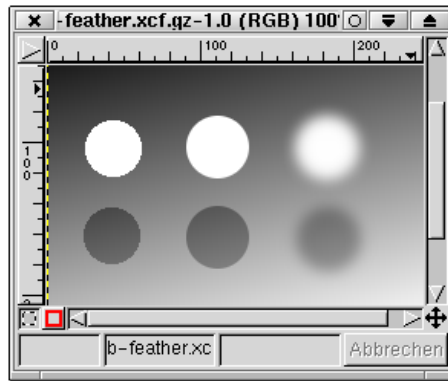


Abbildung 27.19: Markierung ohne Kantenglättung, mit Kantenglättung und mit Ausblenden

Markierungen vergrößern bzw. verkleinern

Wenn eine Markierung bereits hergestellt ist, bietet Gimp einige Möglichkeiten, um die Form nachträglich noch zu verändern. Die entsprechenden Kommandos befinden sich durchweg im AUSWAHL-Menü.

AUSWAHL|VERGRÖßERN und -|VERKLEINERN vergrößert bzw. verkleinert die Markierung um eine beliebige Anzahl von Pixeln.

Mit AUSWAHL|AUSBLENDEN können Sie die Markierung nachträglich mit einem Übergangsbereich umgeben. Diese Option bewirkt, dass der Rand der Markierung keine scharfe Trennlinie ist, sondern einen fließenden Übergang darstellt. Dieser Übergangsbereich wird erst bemerkbar, wenn die Markierung bearbeitet wird, es gibt aber ansonsten kein optisches Feedback.

AUSWAHL|SCHÄRFEN ist eine Art Umkehrfunktion zu AUSWAHL|AUSBLENDEN: Eine so bearbeitete Markierung folgt exakt den Pixelgrenzen und wirkt daher scharf (aber auch pixelig).

Sehr interessant ist AUSWAHL|RAND: Damit wird ein Streifen innerhalb und außerhalb der bisherigen Begrenzung markiert (siehe Abbildung 27.20). Aus einer kreisförmigen Markierung wird also ein Ring. Die neue Markierung hat automatisch einen Übergangsbereich (RAND), der eine Schwäche des Tools verbergen soll: Der Rand wird nicht in jeder Richtung gleich stark aufgetragen.

TIPP

Einen ähnlichen Effekt wie in Abbildung 27.20 können Sie auch mit BEARBEITEN|NACHFAHREN erzielen. Dieses Kommando wendet einen Zeichenstift entlang einer Markierungskurve an (siehe Seite 1166).

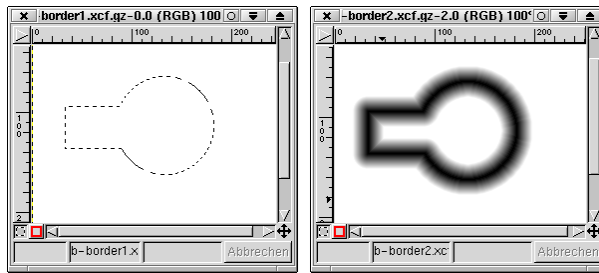


Abbildung 27.20: Links die Ausgangsmarkierung, rechts die gefüllte Umrandung

Auswahl verändern mit der Quick Mask

Neu in Gimp 1.2 ist die so genannte 'Quick Mask'. Aus technischer Sicht handelt es sich hierbei um keine Neuerung: Die Quick Mask ist eine Maske (siehe Seite 1172), wie sie schon in Version 1.0 verwendet werden konnte. Neu ist allerdings der stark vereinfachte Umgang mit Masken für einen ganz bestimmten Anwendungszweck, nämlich für die Veränderung einer Auswahl.

Die Quick-Mask-Funktion wird durch zwei kleine Buttons in der linken unteren Ecke des Bildfensters gesteuert:

- Der rot umrandete Button aktiviert die Quick Mask. Dabei wird der zur Zeit markierte Bildausschnitt normal, alles andere durch einen roten Filter dargestellt.
- Der gestrichelt umrandete Button deaktiviert die Quick Mask. Alles, was zurzeit ungefiltert (also in normalen Farben) zu sehen ist, gilt nun wieder als normale Auswahl.

Während die Quick Mask aktiv ist, verändern alle Zeichenwerkzeuge und manche Filter nicht das Bild, sondern das Ausmaß der Maske (und somit das Ausmaß der Markierung, sobald die Quick Mask wieder deaktiviert wird):

- Zeichenwerkzeuge wie Stift, Pinsel, das Füllwerkzeug etc. vergrößern den roten Bereich (und verkleinern damit die Markierung).
- Gerade die umgekehrte Wirkung hat der Radierer: Er verkleinert den roten Bereich (und vergrößert damit die Markierung).
- Manche Filter verändern den markierten Bereich. (Versuchen Sie es beispielsweise mit VERZERREN|WELLEN.)

Die wohl wichtigste Anwendung der Quick Mask besteht darin, eine vorhandene Auswahl mit Zeichenwerkzeugen zu verbessern (oder auch eine ganz neue Auswahl mit diesen Werkzeugen zu erstellen). Die Veränderung der Auswahl durch Filter dient dagegen eher künstlerischen Zwecken.

TIP

Vielleicht finden Sie es verwirrend, dass Stift, Pinsel etc. die Auswahl verkleinern, der Radierer die Auswahl dagegen vergrößert. Dann fällt Ihnen die Arbeit wahrscheinlich leichter, wenn Sie einfach Ihre Auswahl vor der Aktivierung der Quick mask invertieren und nach der Deaktivierung nochmals invertieren.

VERWEIS

Einige weitere Informationen zum Umgang mit Masken in Gimp finden Sie auf Seite 1172. Ein sehr schönes Tutorial für die Anwendung der Quick Mask gibt es im Internet:

<http://www.xach.com/gimp/tutorials/quickmask>

Schwebende Auswahl (Floating selection)

Eine schwebende Auswahl ist der wohl verwirrendste Aspekt beim Umgang mit Markierungen. Eine schwebende Auswahl sieht auf den ersten Blick wie eine normale Auswahl aus (d. h. zur Markierung werden die bekannten *marching ants* verwendet). Intern wird sie aber anders dargestellt (nämlich als Ebene) und bietet einige zusätzliche Möglichkeiten (die allerdings auch mit einigen Einschränkungen verbunden sind).

VERWEIS

Eine schwebende Auswahl ist eine Sonderform einer Ebene (eines Layers). Hintergrundinformationen zu diesem Thema finden Sie ab Seite 1167 in einem eigenen Abschnitt.

Vorweg nur ein Hinweis: Den Dialog zur Verwaltung von Ebenen öffnen Sie mit **EBENEN|EBENEN, KANÄLE UND PFADE**.

Wie entsteht eine schwebende Auswahl?

Eine schwebende Auswahl entsteht oft ungewollt. Die folgende Liste zählt die wichtigsten Möglichkeiten auf:

- Sie verschieben eine Markierung mit der Maus.
- Sie markieren einen Bildbereich und führen **AUSWAHL|SCHWEBEND** aus.
- Sie transformieren (drehen, skalieren, spiegeln etc.) eine Markierung.
- Sie kopieren eine Markierung (**AUSCHNEIDEN & EINFÜGEN**).
- Sie fügen Text ein.

Wozu dient eine schwebende Auswahl?

- Eine schwebende Auswahl lässt sich bequem innerhalb des Bilds verschieben. (Sie müssen dazu das **MOVE**-Tool verwenden.)
- Der Umriss einer schwebenden Auswahl kann mit dem **RADIERER** verkleinert werden. (Sie löschen also mit einem Zeichenstift Teile der schwebenden Auswahl. Dabei

wird die eingestellte Hintergrundfarbe ignoriert – die schwebende Auswahl wird im gelöschten Bereich einfach unsichtbar.)

- Umgekehrt kann die schwebende Auswahl mit den Malwerkzeugen vergrößert werden (STIFT, PINSEL und AIRBRUSH). Das klappt allerdings nur, wenn im EBENEN-Dialog die Option ERHALTE TRANSP. abgeschaltet wird. (Diese Option verhindert normalerweise, dass Maloperationen über den markierten Bereich hinaus wirken.)

Maloperationen sind allerdings auf ein rechteckiges Gebiet eingeschränkt, das die schwebende Auswahl umgibt. Wenn Sie die schwebende Auswahl darüber hinaus vergrößern möchten, müssen Sie zuerst die entsprechende Ebene vergrößern. Dazu klicken Sie im EBENEN-Dialog die Ebene 'schwebende Auswahl' an und führen EBENENGRÖSSE ÄNDERN aus.

- Das Kommando FÜLLEN funktioniert bei einer schwebenden Auswahl anders als in Markierungen (nämlich so, wie auf Seite 1146 beschrieben). Wenn Sie den gesamten Inhalt einer schwebenden Auswahl mit der Hintergrundfarbe füllen möchten, verwenden Sie statt des FÜLLEN-Werkzeugs aus der Toolbox das Kommando BEARBEITEN|FÜLLEN MIT VG-FARBE.
- Im EBENEN-Dialog kann der Transparenzgrad der schwebenden Auswahl frei eingestellt werden (DECKKRAFT-Regler). Damit kann eine Markierung durchscheinend gemacht werden.
- Sie können aus einer schwebenden Auswahl eine gewöhnliche Ebene machen. Ein Doppelklick im EBENEN-Dialog und ein neuer Name reichen dazu aus.

Normale versus schwebende Auswahl

Sehr viele Gimp-Operationen funktionieren in einer schwebenden Auswahl wie bei einer gewöhnlichen Markierung, d. h. ihre Wirkung ist auf diesen Bereich beschränkt.

Auch wenn eine schwebende Auswahl so aussieht – es ist keine gewöhnliche Auswahl! Aus diesem Grund funktionieren die AUSWAHL-Kommandos nicht. Daher ist es auch unmöglich, eine schwebende Auswahl einfach mit (Strg)+Ⓢ zu invertieren. Ebenso wenig kann eine schwebende Auswahl mit einer Quick Mask verändert werden.

HINWEIS

Während eine schwebende Auswahl existiert, kann zusätzlich innerhalb oder außerhalb eine Markierung durchgeführt werden. Die schwebende Auswahl ist dann nur im Bereich dieser Markierung sichtbar. Der Ort der Markierung bleibt aber unverändert, wenn die schwebende Auswahl verschoben wird. Das macht das gleichzeitige Arbeiten mit einer schwebenden Auswahl *und* einer Markierung verwirrend. Gelegentlich ist diese Kombination aber ein nützliches Hilfsmittel, um den Gültigkeitsbereich einer verschiebbaren schwebenden Auswahl einzuschränken.

Schwebende Auswahl auflösen

Sofern Sie in der Toolbox kein Malwerkzeug aktiviert haben, reicht es, die schwebende Auswahl einfach mit der Maus anzuklicken. Die schwebende Auswahl wird damit wieder in das Bild integriert. Denselben Effekt erzielen Sie auch mit dem Kommando **EBENEN|EBENE VERANKERN** bzw. mit **(Strg)+(H)**. Eine Rückverwandlung in eine normale Markierung ist leider nicht möglich.

Markierungen kopieren und einfügen

Wie in beinahe allen Programmen kann ein kopierter Bereich mit **(Strg)+(C)** in einen Puffer kopiert bzw. mit **(Strg)+(X)** ausgeschnitten werden. **(Strg)+(V)** fügt die Markierung wieder ein – und zwar als schwebende Auswahl.

Das **BEARBEITEN**-Menü kennt allerdings noch einige exotischere Kommandos: **EINFÜGEN IN AUSWAHL** ist eine Variante von **EINFÜGEN**. Dazu muss vor dem Einfügen eine neue Markierung erstellt werden. Durch **EINFÜGEN IN AUSWAHL** wird der Inhalt der Zwischenablage in den markierten Bereich eingefügt und durch deren Rand beschnitten. Wie beim normalen **EINFÜGEN** kann die schwebende Auswahl natürlich nach dem Kommando noch verschoben werden.

Eine praktische Neuerung in Gimp 1.2 ist **EINFÜGEN ALS NEU**. Damit ist gemeint, dass der aktuelle Inhalt der Zwischenablage in ein neues Bild eingefügt wird (das automatisch die richtige Größe bekommt).

Mit **ABLAGE|KOPIEREN** bzw. **AUSSCHNEIDEN** kann der kopierten bzw. ausgeschnittenen schwebenden Auswahl ein Name gegeben werden, über den diese dann später eingefügt werden kann. Der Vorteil: Sie können mehrere Bereiche im Zwischenpuffer lassen und bei Bedarf darauf zugreifen. (Wenn Sie das XCF-Format verwenden, wird dieser Zwischenpuffer übrigens auch gespeichert!)

Markierungen verschieben bzw. transformieren

Das Verschieben einer Markierung verursacht immer wieder Probleme. Der Grund: Markierungen werden beim Verschieben automatisch in eine schwebende Auswahl umgewandelt. (Das gilt übrigens für alle in diesem Abschnitt behandelten Operationen!) In einer schwebenden Auswahl hat ein normaler Mausklick aber eine andere Bedeutung als in Markierungen – er entspricht dem Kommando **EBENEN|EBENE VERANKERN**.

VORSICHT

Das Werkzeug VERSCHIEBEN ist nur für Ebenen (inklusive des Spezialfalls einer schwebenden Auswahl), aber nicht für normale Markierungen gedacht! Wenn Sie eine normale Markierung durchgeführt haben und VERSCHIEBEN verwenden, verschieben Sie nicht nur die Markierung, sondern gleich die gesamte Ebene!

Während VERSCHIEBEN aktiv ist, kann die schwebende Auswahl auch mit den Cursor-Tasten bewegt werden. Das ermöglicht oft eine bessere Positionierung als mit der Maus. Allerdings gilt jede Tasteneingabe als eigene Operation, so dass die wenigen Undo-Ebenen sehr rasch erschöpft sind!

Mit den beiden Toolbox-Kommandos TRANSFORMIEREN und SPIEGELN können Sie die Markierungen bzw. die schwebende Auswahl spiegeln, rotieren, verzerren etc. Die Bedienung der Werkzeuge ist einfach. (Öffnen Sie per Doppelklick auf die Toolbox den dazugehörigen Dialog!)

TIPP

Vermeiden Sie bei der perspektivischen Verzerrung eine zu starke Vergrößerung – das Bild wird sonst deutlich unscharf! Vermeiden Sie es auch, allzu viele Transformationen hintereinander auszuführen – mit jeder Transformation nimmt die Bildqualität (Schärfe) ab!

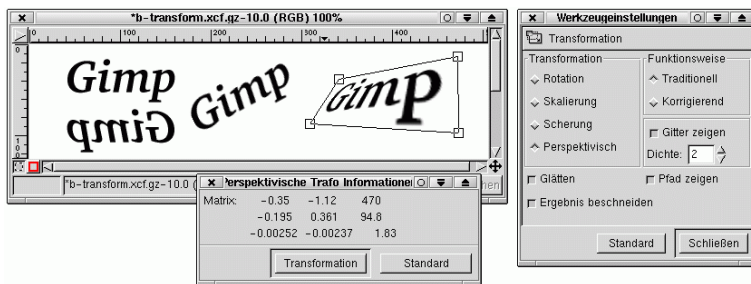


Abbildung 27.21: Anwendungsbeispiele für Flip, Rotation und perspektivische Verzerrung

Markierungsrand nachzeichnen

Mit BEARBEITEN|NACHFAHREN können Sie den Rand einer Markierung mit einem Zeichenstift nachfahren. Wählen Sie einen geeigneten Stift (PINSEL-Dialog) aus, bevor Sie das Kommando ausführen, und experimentieren Sie mit der ABSTAND-Einstellung dieses Dialogs. Um das Bild in Abbildung 27.22 zu zeichnen, wurde ein Kreis markiert und dann der Stift 'Diagonal Star' mit ABSTAND 100 angewendet.

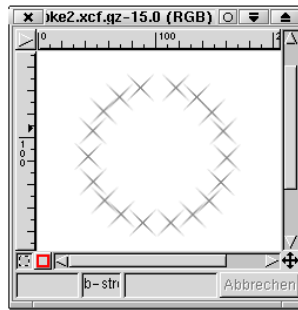


Abbildung 27.22: Ein Heiligenschein mit Gimp

Tip

Wenn Sie mit einer schwebenden Auswahl arbeiten, sollten Sie im EBENEN-Dialog die Option ERHALTE TRANSP. deaktivieren, damit das NACHFAHREN nicht nur innerhalb, sondern auch außerhalb der Grenzen der Markierung funktioniert. Außerdem sollten Sie die Größe des Rahmens der schwebenden Auswahl erhöhen (EBENENGRÖSSE VERÄNDERN im Kontextmenü des EBENEN-Dialogs). Ein Anwendungsbeispiel zum NACHFAHREN finden Sie auf Seite 1134 am Anfang des Kapitels.

27.7 Ebenen, Masken und Kanäle

Ebenen (Layers)

Ein Gimp-Bild kann aus mehreren Ebenen zusammengesetzt sein. Stellen Sie sich vor, Sie wollen per Fotomontage ein Aquarium nachbilden: Dazu verwenden Sie als Hintergrundebene ein Bild mit Wasser, in das Sie eventuell noch einige Luftblasen einfügen. Darüber ordnen Sie einige Ebenen mit Fischen an und ganz oben eine Ebene, die das Aquarium einrahmt. Im endgültigen Bild verdecken die Pixel der oberen Ebenen die Pixel der unteren Ebenen. Die Gesamtkomposition gelingt natürlich nur, wenn in jeder Ebene alle nicht relevanten Teile durchsichtig sind – und nicht etwa weiß! (Andernfalls würde die oberste Ebene alle anderen Ebenen verdecken.) Der große Vorteil von Ebenen besteht darin, dass jede Ebene individuell für sich verändert werden kann, ohne das restliche Bild zu beeinflussen.

In der Praxis verwenden Sie Ebenen beispielsweise, um ein (zuvor ausgeschnittenes) Objekt mit einem Schatten zu versehen, um ein Bild aus mehreren Fotos zu montieren, um besondere Effekte zu erzielen etc. (Oft steuert eine Ebene, in welchem Ausmaß ein Effekt auf eine zweite Ebene angewendet wird.) Sobald Sie sich einmal an die Arbeit mit Ebenen gewöhnt haben (es ist nicht schwierig!), werden Ihnen Ebenen rasch so unentbehrlich sein, dass Sie kein Bild mehr ohne Ebenen erstellen bzw. bearbeiten.

Der Ebenendialog

Die Manipulation von Ebenen erfolgt in einem eigenen Dialog, der mit **EBENEN|EBENEN, KANÄLE UND PFADE** geöffnet wird (siehe Abbildung 27.23). Einige Operationen können direkt mit den Buttons am unteren Ende des Dialogs ausgeführt werden, für die restlichen Kommandos gibt es ein Kontextmenü. (Alle in diesem Abschnitt angegebenen Kommandos beziehen sich auf dieses Kontextmenü! Einige Ebenenkommandos können aber auch über das **LAYERS**-Menü des Bildfensters ausgeführt werden.)

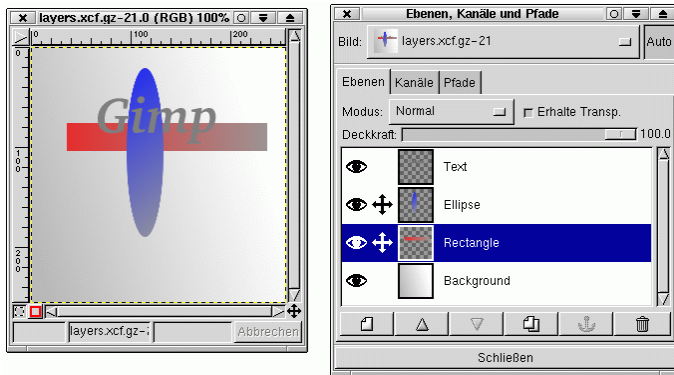


Abbildung 27.23: Erste Experimente mit dem Ebenendialog

VORSICHT

Achten Sie darauf, dass innerhalb des Ebenendialogs andere Tastenkürzel gelten als im Bildfenster. Beispielsweise löscht **(Strg)+[X]** die aktuelle Ebene endgültig (d. h. die Ebene wird nicht in die Zwischenablage übertragen). Natürlich können Sie das Kommando mit **(Strg)+[Z]** rückgängig machen – dazu müssen Sie aber zuerst in das Bildfenster wechseln.

VORSICHT

Wenn Sie Ihr Bild als Bitmap oder im PostScript-Format speichern, wird nur die aktuelle Ebene gespeichert! Wenn Sie alle Ebenen speichern möchten, müssen Sie das Gimp-eigene XCF-Format verwenden. Wenn Sie dagegen eine Bitmap der Gesamtkomposition speichern möchten, müssen Sie die Ebenen vorher vereinen.

VORSICHT

Wenn Sie mehrere Bilder geöffnet haben, gilt der **EBENEN**-Dialog aus unerfindlichen Gründen *nicht immer* für das gerade aktuelle Bild! Die wahrscheinlichste Ursache dafür, dass Gimp scheinbar Ihre **EBENEN**-Kommandos missachtet, besteht darin, dass im Listenfeld ganz oben im Dialog das falsche Bild ausgewählt ist. Das ist insofern gefährlich, als die Kommandos sehr wohl ausgeführt wurden, aber eben für ein anderes Bild. (Klicken Sie dieses Bild an, und führen Sie dort **(Strg)+[Z]** aus, um den Schaden zu beheben!)

Neue Ebenen einfügen: Gimp fragt Sie, ob die Ebene durchsichtig, weiß oder mit der aktuellen Hintergrundfarbe gefüllt sein soll. Im Regelfall ist TRANSPARENT die beste Entscheidung. Sie können aber in jedem Fall mit dem RADIERER oder durch das Ausschneiden einer Markierung Teile der Ebene durchsichtig machen.

Sichtbarkeit von Ebenen: Durch Anklicken des Augensymbols im EBENEN-Dialog können Sie entscheiden, welche Ebene im Bildfenster sichtbar sein soll.

TIPP

Wenn Sie nur eine einzige Ebene sehen möchten, klicken Sie das Augensymbol mit (Shift) und der Maustaste an – damit werden alle anderen Ebenen unsichtbar.

Ebenenhierarchie: Ebenen können im EBENEN-Dialog durch die Pfeil-Buttons nach oben bzw. nach unten verschoben werden. Die oberste (sichtbare) Ebene hat Vorrang. Nicht-transparente Teile dieser Ebene verdecken alle darunter liegenden Ebenen.

Ebenen bearbeiten: Unabhängig von der Sichtbarkeit können Sie immer nur eine Ebene bearbeiten (verändern). Diese Ebene wählen Sie im EBENEN-Dialog durch einen einfachen Mausklick aus. Die Ebene wird dort durch einen blauen Balken hervorgehoben. (In Abbildung 27.23 sind zwar alle Ebenen sichtbar, aber nur die Ebene 'Rectangle' ist aktiv.)

Um erste Experimente mit Ebenen zu machen, erzeugen Sie einfach ein paar neue Ebenen. Klicken Sie die Ebenen der Reihe nach an, und malen Sie irgendwelche Muster darauf. Dann verschieben Sie die Ebenen im EBENEN-Dialog nach oben bzw. unten, verändern den Deckungsgrad (DECKKRAFT) einzelner Ebenen etc.

VORSICHT

Ganz egal, welche Ebenen gerade *angezeigt* werden: sämtliche Bearbeitungsschritte gelten nur für die gerade aktive Ebene – selbst wenn diese gerade unsichtbar ist. Es wird Ihnen beinahe unweigerlich passieren, dass Sie zwar die Sichtbarkeit der Ebenen verändern, dann aber eine noch aktive, unsichtbare Ebene bearbeiten. Achten Sie also darauf, dass die richtige Ebene markiert ist!

TIPP

Markierungen sind von Ebenen unabhängig. Sie können in einer Ebene etwas markieren, dann eine andere Ebene aktivieren und die Markierung dort weiterverwenden.

Ebenen (um)benennen: Um einer Ebene einen neuen Namen zu geben, reicht ein Doppelklick auf die Ebene im EBENEN-Dialog. (Auf diese Weise können Sie übrigens auch eine schwebende Auswahl in eine normale Ebene umwandeln – geben Sie ihr einfach einen neuen Namen.)

Ebenen vereinen: Es gibt drei Kommandos, mit denen mehrere Ebenen zu einer neuen Ebene kombiniert werden. EBENE VERANKERN vereint eine schwebende Auswahl mit der zuletzt aktiven Ebene. NACH UNTEN VEREINEN vereint die ausgewählte Ebene mit der darunter liegenden Ebene. SICHTBARE EBENEN VEREINEN vereint alle sichtbaren Ebenen (also alle Ebenen, bei denen das Augen-Icon angezeigt wird). BILD ZUSAMMENFÜGEN vereint wirklich alle Ebenen (egal ob sie sichtbar oder unsichtbar sind).

TIPP

Speichern Sie die Datei in einer XCF-Backup-Datei, bevor Sie Ebenen vereinen! Immer wieder ergibt sich die Notwendigkeit, ein vollendet geglaubtes Bild doch noch einmal verändern zu müssen. Wenn Sie dann keine Ebeneninformationen mehr besitzen, sind viele Veränderungen fast unmöglich.

Transparenz: Die Option ERHALTE TRANSP. bezieht sich immer auf die gerade aktuelle Ebene. Sie gibt an, ob Mal- und Filteroperationen auf den bereits sichtbaren Teil der Ebene beschränkt sind. Das ist in vielen Fällen zweckmäßig. Wenn z. B. eine Ebene nur einen Text enthält und Sie die Farbe dieses Texts ändern möchten, muss die Option aktiviert sein. Wenn Sie in die Ebene dagegen weitere Muster, Texte etc. einfügen möchten, müssen Sie die Option abschalten. (Wenn Ihre Kommandos ignoriert werden, ist eine mögliche Ursache die falsche Einstellung der Option ERHALTE TRANSP.)

TIPP

Der durchsichtige Teil einer Ebene bzw. des ganzen Bilds wird durch ein graues Schachbrettmuster angedeutet. Sowohl der Grauton als auch die Größe dieses Schachbrettmusters kann mit DATEI|EINSTELLUNGEN verändert werden.

Auch die Größe der im EBENEN-Dialog angezeigten Ebenenvorschau-Icons können Sie mit DATEI|EINSTELLUNGEN verändern.

HINWEIS

Die unterste Ebene ('Hintergrund' bzw. 'Background') nimmt eine Sonderstellung ein. Zum einen kann kein Teil der Ebene durch Ausschneiden unsichtbar gemacht werden (es sei denn, die Ebene wurde schon bei DATEI|NEU als transparent gekennzeichnet). Zum anderen muss die Hintergrundebene immer die unterste Ebene sein. Beide Einschränkungen können ganz einfach überwunden werden, wenn Sie ALPHAKANAL HINZUFÜGEN ausführen und damit auch der Hintergrundebene Transparenzinformationen geben.

Bild- und Ebenengröße

In Gimp sind die Größe der Ebenen und die Größe des Bilds voneinander unabhängig. Das spart zwar Speicherplatz (weil viele Ebenen deutlich kleiner als das gesamte Bild sind), stiftet aber auch viel Verwirrung. Ebenen, die kleiner als das gesamte Bild sind, werden durch einen gelb-schwarzen Rand gekennzeichnet.

Die Größe einer Ebene kann durch die Kommandos EBENENGRÖSSE VERÄNDERN und EBENE SKALIEREN im EBENEN-Kontextmenü verändert werden. Diese Kommandos sind aber keineswegs gleichwertig! EBENENGRÖSSE VERÄNDERN lässt den Ebeneninhalt unverändert und fügt nur zusätzlich einen Rand ein bzw. beschneidet die Ebene bei einer Verkleinerung. EBENE SKALIEREN verkleinert bzw. vergrößert dagegen den Bildinhalt (ähnlich wie das TRANSFORMATIONEN-Kommando). Die analogen Kommandos für das gesamte Bild lauten (jetzt im Bild-Kontextmenü) BILD|GRÖSSE ÄNDERN bzw. -|TRANSFORMATIONEN.

TIPP

Wenn Sie ein Bild nachträglich vergrößern möchten, müssen Sie GRÖSSE VERÄNDERN sowohl für das Bild als auch für alle betroffenen Ebenen ausführen! Dabei hilft das EBENEN-Kontextmenükommando EBENE AUF BILDGRÖSSE.

Ebenen verschieben: Ebenen können mit dem VERSCHIEBEN-Werkzeug relativ zum Gesamtbild verschoben werden. (Das wird Ihnen wahrscheinlich öfter unbeabsichtigt passieren, wenn Sie nämlich versuchen, eine Markierung zu verschieben. Zur Erinnerung: Das VERSCHIEBEN-Werkzeug eignet sich nur für Ebenen und für eine schwebende Auswahl!)

Eine Ebene darf aus dem Rahmen des Gesamtbilds hinaus bewegt werden. Die außerhalb befindlichen Informationen gehen dabei nicht verloren, werden aber nicht angezeigt. (Dazu müssten Sie das Bild vergrößern – siehe oben.)

Oft gehören mehrere Ebenen inhaltlich zusammen und sollen daher gemeinsam verschoben werden. Das VERSCHIEBEN-Werkzeug wirkt aber immer nur auf die gerade aktuelle Ebene. Die Lösung des Problems besteht darin, in allen betroffenen Ebenen den Vierfachpfeil zu aktivieren, der dann in der Spalte neben dem Augen-Icon angezeigt wird. Sobald eine mit diesem Pfeilsymbol gekennzeichnete Ebene verschoben wird, werden alle anderen so markierten Ebenen mit verschoben. In Abbildung 27.23 sind die Ebenen 'Ellipse' und 'Rectangle' auf diese Weise miteinander verbunden.

Bild und Ebenen verkleinern: Während die oben beschriebenen Kommandos jeweils für eine Ebene oder für die Bildgröße gelten, beschneidet das Werkzeug BILDGRÖSSE ÄNDERN der Toolbox das Bild sowie alle darin enthaltenen Ebenen gleichzeitig. Nachdem Sie das Werkzeug in der Toolbox aktiviert haben, können Sie die neue Bildgröße mit der Maus zeichnen. Es erscheint ein Dialog, mit dem Sie die Grenzen der aktuellen Markierung anpassen können.

TIPP

Eine praktische Variante zu BILDGRÖSSE VERÄNDERN ist das Kommando BILD|TRANSFORMATIONEN|AUTOMATISCH ZUSCHNEIDEN. Es entfernt den weißen Rand an den Rändern eines Bilds.

GIF-Animationen

Wie bereits erwähnt, wird beim Speichern eines Bilds mit mehreren Ebenen in einem Bitmap- oder PostScript-Format nur die aktuelle Ebene gespeichert. Zu dieser Regel gibt es allerdings eine Ausnahme: das GIF-Format. Bilder mit mehreren Ebenen werden automatisch als GIF-Animation gespeichert. Die meisten Parameter – etwa die Defaultanzeigzeit pro Bild – können im GIF-SPEICHERN-Dialog angegeben werden.

TIPP

Wenn Sie die Anzeigzeit pro Bild individuell steuern möchten, können Sie die Zeit in Klammern im Beschriftungstext der jeweiligen Ebene (also im EBENEN-Dialog) angeben – beispielsweise 'Startbild (250 ms)'.

Animationen können in Gimp nicht als solche angezeigt werden. Dazu starten Sie am einfachsten einen Webbrowser und laden das Bild.

Masken

Ebenen können teilweise unsichtbar sein, sodass beim Übereinanderlegen der Eindruck von Transparenz entsteht. Masken bieten eine andere Möglichkeit, Transparenz zu erzeugen.

Eine Maske ist eine zusätzliche Informationsschicht (technisch ausgedrückt: eine Graustufen-Bitmap; noch technischer: ein zusätzlicher Alpha-Kanal), die mit dem Kontextmenükommando EBENENMASKE HINZUFÜGEN parallel zu jeder Ebene angelegt werden kann.

Die Helligkeit der Pixel in der Maske gibt an, wie durchsichtig die Maske an dieser Stelle ist: Weiß bedeutet, dass die Maske an dieser Stelle transparent ist, Schwarz bedeutet vollkommen deckend, die Graustufen dazwischen geben den Übergangsbereich an. (Man kann die Maskenfarben übrigens auch umgekehrt aus der Sicht des Gesamtbilds interpretieren, wie dies im Dialog zum Kommando ADD MASK der Fall ist: Die Teile der Ebene, die in der Maske schwarz maskiert sind, erscheinen im Gesamtbild transparent.)

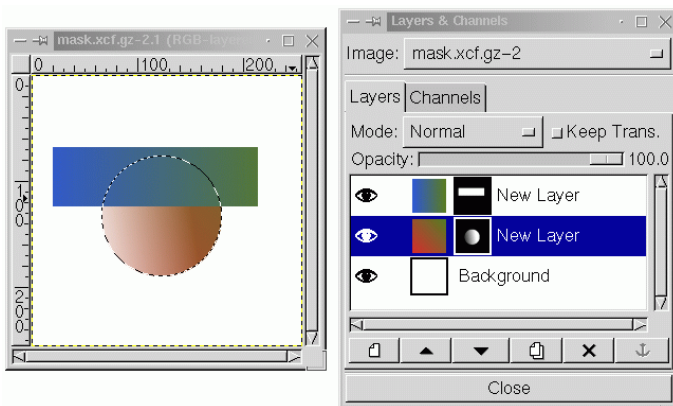


Abbildung 27.24: Eine einfache Anwendung von Masken

TIPP

Die Hintergrundebene kann normalerweise nicht maskiert werden. Wenn Sie das möchten, müssen Sie ALPHAKANAL HINZUFÜGEN ausführen und damit auch der Hintergrundebene Transparenzinformationen geben.

Bearbeitung von Masken

Zur Bearbeitung von Masken klicken Sie im EBENEN-Dialog das Icon der Maske an. Ab jetzt gelten sämtliche Gimp-Kommandos, die Sie im Bildfeld ausführen, für die Maske. Farben werden dabei automatisch in Graustufen umgesetzt. Bei der Ausführung von Kommandos sehen Sie allerdings als einziges Feedback die Veränderung des Masken-Icons – und das ist oft zu wenig.

Wenn Sie im Bildfenster nicht den Inhalt der Ebene, sondern ein exaktes Bild der Maske sehen möchten, klicken Sie das Masken-Icon mit **(Alt)** und der Maustaste an. Damit wird die Maske sichtbar; das Masken-Icon wird grün umrandet. Ein nochmaliges Anklicken mit **(Alt)** schaltet diesen Modus wieder ab.

TIPP

Einige Window Manager – insbesondere der von KDE – beanspruchen Mauskombinationen mit **(Alt)** für sich. Drücken Sie in Gimp **(Shift)+(Alt)** – dann klappt es!

Ob momentan die eigentliche Ebene oder deren Maske aktiv ist, können Sie anhand eines zusätzlichen Rands um das jeweilige Icon leider nur schwer erkennen. Es wird Ihnen daher wohl immer wieder passieren, dass Sie vergessen, was gerade aktiv ist. Ein Undo mit **(Strg)+(Z)** hilft natürlich auch hier!

TIPP

Eine Maske eignet sich oft besser als eine Markierung dazu, Teile eines Bilds auszuschneiden. Dazu machen Sie zuerst alle Ebenen mit Ausnahme der aktuellen unsichtbar und fügen eine weiße Maske hinzu. Jetzt können Sie mit allen Zeichenwerkzeugen die Maske bearbeiten. Wenn Sie mit Schwarz malen oder füllen, werden Teile des Bilds ausgeblendet. Mit Weiß können Sie wieder Teile einblenden. Wenn Sie das Werkzeug FÜLLEN verwenden möchten, müssen Sie bei den WERKZEUGEINSTELLUNGEN die Option VEREINIGUNG ABTASTEN verwenden.

Die meisten hier beschriebenen Möglichkeiten bietet Ihnen seit Gimp 1.2 auch die so genannte Quick Mask – siehe Seite 1162.

TIPP

Sie können Bildinformationen zwischen verschiedenen Ebenen oder Masken natürlich auch durch Kopieren und Einfügen übertragen!

Wenn Sie die Maske wieder entfernen möchten, führen Sie **EBENENMASKE ANWENDEN** aus. Im nun erscheinenden Dialog können Sie die Maske entweder auf die Ebene anwenden (damit werden also Teile der Ebene endgültig transparent) oder einfach löschen.

Kanäle (Channels)

Farbkanäle: Im Dialogblatt KANÄLE des EBENEN-Dialogs werden bei RGB-Bildern drei Kanäle für die Farben Rot, Grün und Blau angezeigt. Diese Kanäle sind im Regelfall immer ausgewählt und sichtbar. Für Spezialeffekte kann es sinnvoll sein, nur einzelne Farbkanäle zu bearbeiten. Beachten Sie aber, dass manche Gimp-Operationen (insbesondere das Kopieren und Einfügen von Bildausschnitten) immer alle Kanäle betreffen.

Es besteht in Gimp gegenwärtig keine Möglichkeit, eine andere Kanalaufteilung zu wählen (etwa für Bilder im CMY-Farbmodell). Stattdessen gibt es aber das Kommando **BILD|MODUS|ZERLEGEN**: Damit kann ein Farbbild in mehrere Einzelbilder zerlegt werden, die jeweils ein Graustufenbild der Kanäle diverser Farbmodelle (RGB, HSV, CMY, CMYK) enthalten. Das ist auch sinnvoll, wenn Sie PostScript-Dateien für eine

CMY-Belichtung erstellen möchten. (Die Ebenen des Ausgangsbilds müssen vor dem ZERLEGEN-Kommando mit EBENEN|BILD ZUSAMMENFÜGEN vereint werden.)

Jedes dieser Graustufenbilder kann nun getrennt bearbeitet werden. BILD|MODUS|ZUSAMMENSETZEN fügt die Einzelbilder dann wieder zu einem Farbbild zusammen.

Alpha-Kanäle: Während sich die gezielte Bearbeitung einzelner Farbkanäle eher an fortgeschrittene Anwender richtet, sind Alpha-Kanäle ein unentbehrliches Hilfsmittel für die alltägliche Arbeit mit Gimp. Kanäle stellen neben den oben beschriebenen Masken eine weitere Variante zu Markierungen dar. Einmal erstellte Markierungen können mit AUSWAHL|IN KANAL SICHERN als Alpha-Kanal gespeichert werden. Dabei wird allen Punkten in der Markierung ein Helligkeitswert von 255 zugewiesen, den Punkten außerhalb 0. Im EBENEN-Dialog kann ein Alpha-Kanal jederzeit mit AUSWAHL AUS KANAL wieder in eine Markierung umgewandelt werden. Alpha-Kanäle bieten damit eine ideale Möglichkeit, um komplizierte Markierungen für eine spätere Verwendung zu speichern.

Alpha-Kanäle können ähnlich wie Masken ein- und ausgeblendet, aktiviert und mit allen Gimp-Kommandos bearbeitet werden. Ähnlich wie bei Masken ergeben sich dadurch unzählige Manipulationsmöglichkeiten. (Sichtbare Kanäle werden halbtransparent über dem Bild eingeblendet und lassen sich dann besonders komfortabel bearbeiten. Das Ausmaß der Transparenz kann durch Doppelklick eingestellt werden.)

27.8 Gimp für Fortgeschrittene

An dieser Stelle stößt das Kapitel an seine Grenzen. Für eine detaillierte Behandlung der zahllosen Spezialfunktionen von Gimp fehlt in diesem Buch nicht nur der Platz, sondern auch ein Farbdruck. Dieser Abschnitt soll daher lediglich als Ausgangspunkt für eigene Experimente dienen. Werfen Sie auch einen Blick in das Gimp User Manual, das allein dem Thema Filter über 150 Seiten widmet!

Filter

Die zahllosen Gimp-Filter können für die unterschiedlichsten Aufgaben eingesetzt werden:

- Zur Identifizierung bestimmter Merkmale (etwa von Kanten), die anschließend besonders bearbeitet werden sollen
- Zur Erzielung vielfältiger Effekte (etwa um das Bild zu verwischen, zu schärfen, den Eindruck eines Ölgemäldes zu erzielen, um das Bild wie unter einem Vergrößerungsglas zu verzerren, um ein Bild horizontal und vertikal wiederholbar zu machen etc.)
- Zur Erzeugung vollkommen neuer Farbmuster (FILTER|RENDER)

TIPP

Einige Filter bearbeiten nicht einfach die aktuelle Ebene, sondern berücksichtigen auch Informationen aus einer zweiten Ebene. Wenn ein Filter keine Wirkung zeigt, fehlt möglicherweise die zweite Steuerungsebene. Werfen Sie einen Blick in das GUM!

TIPP

Zum Ausprobieren von Filtern ist es oft nützlich, vorher mit **(Strg)+(D)** eine Kopie des aktuellen Bilds zu erstellen. Der zuletzt benutzte Filter kann mit **(Alt)+(F)** wiederholt werden. **(Shift)+(Alt)+(F)** zeigt den dazugehörigen Dialog noch einmal an.

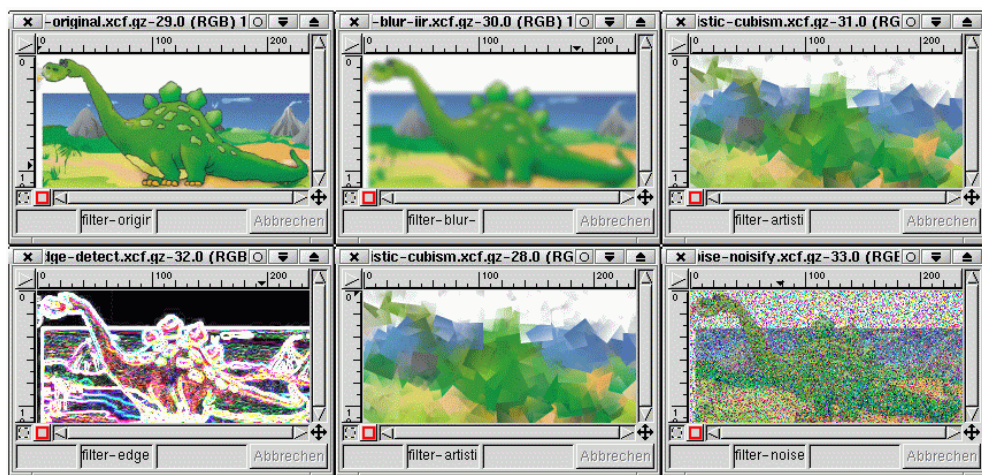


Abbildung 27.25: Einige Filter, angewandt auf einen Dinosaurier

Farbmanipulation

Die Kommandos zur Veränderung der Farbverteilung verstecken sich im Untermenü **IMAGE|COLORS**. Sie eignen sich insbesondere zur Optimierung eingescannter Bilder sowie zum Erzielen bizarrer Farbeffekte. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Kommandos zusammen:

Filter zur Farbmanipulation

AUSGLEICHEN	Farben gleichmäßig verteilen
FARBTON-SÄTTIGUNG	Farbverteilung und Sättigung einstellen
HELLIGKEIT-KONTRAST	Helligkeit und Kontrast einstellen
SCHWELLWERT	S/W-Bild aus Helligkeitsverteilung erstellen
WERTE	Farbverteilung einschränken
KURVEN	Helligkeit durch eine eigene Kurve neu verteilen
SÄTTIGUNG ENTFERNEN	Farben in Graustufen umwandeln
INVERTIEREN	Farben invertieren
POSTERISIEREN	Farbanzahl reduzieren

Filter zur Farbmanipulation (Fortsetzung)

AUTOMATISCH ...	Farbverteilung automatisch optimieren
FARBEN DREHEN	Farbtransformation durchführen
FILTERPAKET	diverse Filter zur Veränderung von Farbton, Sättigung und Helligkeit
COLOR BALANCE	RGB-Farbabgleich (z. B. für gescannte Fotos)
AUTO-STRETCH HSV	optimiert die Farbverteilung, die Sättigung und die Helligkeit

HINWEIS

Wie bereits erwähnt wurde, können Gimp-Bilder in drei unterschiedlichen Modi erstellt und bearbeitet werden (256 Graustufen, 256³ RGB-Schattierungen oder limitierte Farbanzahl für GIFs). Die obigen Kommandos zur Farbmanipulation stehen allerdings zumeist nur für RGB-Bilder zur Verfügung. Führen Sie gegebenenfalls **BILD|MODUS|RGB** aus.

TIPP

Weitere Funktionen zur Farbmanipulation finden Sie in **FILTER|FARBEN!**

Script-Fu

Script-Fu ist die Makroprogrammiersprache zu Gimp. Die Sprache ist eine Lisp-Variante, syntaktisch gibt es daher viele Ähnlichkeiten zu Emacs-Lisp. Mit Script-Fu lassen sich oft benötigte Kommandofolgen automatisieren. Mit Gimp wird eine ganze Reihe fertiger Script-Dateien mitgeliefert, die über diverse **SCRIPT-FU**-Untermenüs aufgerufen werden können.

Leider ist die Dokumentation zu den mitgelieferten Script-Dateien dürftig. Auch das GUM gibt hierzu nur Überblicksmäßige Informationen. Das Problem besteht darin, dass die Script-Programme ganz unterschiedliche Voraussetzungen an das aktuelle Bild stellen. So können manche Script-Programme nur auf eine Markierung bzw. eine schwebende Auswahl angewandt werden. Sind die Voraussetzungen nicht gegeben, bleibt das Script wirkungslos oder führt zu einer (meist kryptischen) Fehlermeldung. Auch die Resultate sehen ganz unterschiedlich aus: Manche Script-Programme verändern die aktuelle Ebene, andere erzeugen neue Ebenen, wieder andere erzeugen ein vollkommen neues Bild etc.

TIPP

In vielen Fällen lohnt sich ein Blick in den Quellcode der Script-Programme, wo sich in den Kommentaren zumeist eine kurze Beschreibung findet. Die Script-Dateien befinden sich im Gimp-Unterverzeichnis **scripts**, also z. B. in **/usr/share/gimp/1.2/scripts**.

Abbildung 27.26 zeigt drei Script-Beispiele. Die beiden Schatten wurden mit den SCRIPT-FU|SCHATTEN-Kommandos erzeugt. Der Text lag dazu als schwebende Auswahl vor. Für das Bild links unten wurde die schwebende Auswahl aufgelöst und anschließend SCRIPT-FU|ALCHEMIE|UNSCHARF MASKIEREN eingesetzt. Die ursprüngliche Bildebene wurde ausgeblendet, die beiden neuen Ebenen eingeblendet. Außerdem bekam das Bild einen neuen Hintergrund (einen Graustufenverlauf).



Abbildung 27.26: Einige Script-Programme, die auf einen kurzen Text angewandt wurden

Plugins

Plugins sind Erweiterungen zu Gimp. Der wesentliche Unterschied zu Script-Fu-Dateien besteht darin, dass Plugins kompilierte Binärdateien sind. Sehr viele der Grundfunktionen von Gimp sind als Plugins implementiert. Außerdem gibt es eine Menge optionaler Erweiterungen (etwa das am Beginn des Kapitels erwähnte SANE-Paket zur Scanner-Steuerung), die im Regelfall über das XTNS-Menü der Toolbox aufgerufen werden.

Mitgelieferte Plugins befinden sich normalerweise im Verzeichnis `/usr/lib/gimp/1.2/plugin-ins` (siehe auch `FILE|PREFERENCES|DIRECTORIES`). Benutzerspezifische Ergänzungen werden am besten durch einen Link von `~/.gimp/plugin-ins/name` auf die Binärdatei eingerichtet.

Installation von Zusatzkomponenten

Vielleicht der faszinierendste Aspekt von Gimp besteht darin, dass Gimp beinahe universell erweiterbar ist: ob zusätzliche Farbpaletten, neue Pinselformen, Script-Programme zum bequemen Herstellen unglaublicher Effekte, Plugins für neue Dateiformate – all das gibt es im Internet:

```
http://www.gimp.org/data.html  
http://www.gimp.org/links.html  
http://registry.gimp.org
```

Die Installation ist im Regelfall problemlos: Sie müssen die entsprechenden Dateien lediglich in die richtigen Verzeichnisse kopieren. Gimp erkennt die Erweiterungen beim nächsten Start automatisch. Wenn Erweiterungen nur für einen bestimmten Anwender zur Verfügung stehen sollen (um Gimp für Standardanwender nicht durch zu viele Erweiterungen unübersichtlich zu machen), bietet das Verzeichnis `~/.gimp-1.2` dazu alle Möglichkeiten.

TIPP

Besonders komfortabel kommen Sie zu einer ganzen Palette von Füllmustern und Pinselformen, wenn Sie das Paket `gimp-data-extras` installieren. Das Paket wird mit manchen Distributionen gleich mitgeliefert und ist ansonsten im Internet zu finden.

Plugins stehen im Internet sowohl als Quelltext als auch in kompilierter Form zur Verfügung (zumindest für Intel-Systeme). Die zweite Variante ist zumeist bequemer, weil damit ein eigenes Kompilieren überflüssig wird. Die Binärdatei muss lediglich in ein `plugin`-Verzeichnis installiert werden.

HINWEIS

Sie können Füllmuster und Pinselformen ganz leicht selbst erstellen. Ein neues Füllmuster ergibt sich einfach aus einem Gimp-Bild, das Sie mit der Dateikennung `*.pat` speichern. (Sie müssen das Bild so gestalten, dass es übergangslos aneinander gereiht werden kann. Dabei ist `FILTER|ABBILDEN|NAHTLOS MACHEN` hilfreich.)

Um eine neue Pinselform zu erzeugen, markieren Sie einen Bereich Ihres Bilds und führen `SCRIPT-FU|AUSWAHL|ZU PINSEL` aus. Das Ergebnis ist eine `*.gbr`-Datei im Verzeichnis `~/.gimp-1.2/brushes`.

Konfiguration

Wie viele andere Programme unterscheidet auch Gimp zwischen globalen Einstellungen, die im Gimp-Installationsverzeichnis durchgeführt werden, und lokalen Einstellungen im Verzeichnis `~/.gimp-1.2`. (Die lokalen Dateien haben jeweils Vorrang.)

Gimp-Konfigurationsdateien

gimprc	allgemeine Konfigurationseinstellung
gtkrc	Konfiguration der Bibliothek der Benutzeroberfläche
menurc	eigene Tastenkürzel
pluginrc	Informationen über Plugins

Die meisten allgemeinen Einstellungen können sehr komfortabel im Dialog DATEIN|-EINSTELLUNGEN durchgeführt werden. Eine direkte Veränderung von gimprc ist nur bei wenigen Spezialeinstellungen notwendig.

pluginrc wird bei jedem Start von Gimp automatisch aktualisiert. Eine direkte Veränderung sollte nie erforderlich sein. (Wenn es Plugin-Probleme gibt, rät das GUM, diese Datei einfach zu löschen.)

Swap-Datei, Tile-Cache, Undo-Ebenen

Besonders bei der Bearbeitung sehr großer Bilder beansprucht Gimp eine Menge Speicher. Im Gegensatz zu beinahe allen anderen Linux/Unix-Programmen verlässt sich Gimp dabei nicht nur auf die Speicherverwaltung des Betriebssystems, sondern verwaltet zusätzlich eine eigene Swap-Datei, in der unter anderem Undo-Informationen gespeichert werden. (Das hat den Vorteil, dass ein exzessiver Speicherverbrauch von Gimp nicht die Stabilität des Gesamtsystems beeinträchtigt.) Das Verzeichnis für die Swap-Datei wird im VERZEICHNISSE-Blatt des EINSTELLUNGEN-Dialogs eingestellt.

Auch der so genannte Tile-Cache steht im Zusammenhang mit der Speicherverwaltung. Tiles (dt. Kacheln) sind Teile eines Bilds. Gimp ist in der Lage, Bilder zu bearbeiten, die mehr Platz beanspruchen, als RAM zur Verfügung steht. Dazu wird das Bild stückweise (eben in Tiles) bearbeitet. Die Einstellung GRÖSSE DES DATENSPEICHERS im Dialogblatt UMGEBUNG gibt an, wie viel Hauptspeicher maximal verwendet wird, um Tiles zu speichern. Je kleiner dieser Wert ist, desto früher beginnt Gimp, Teile großer Bilder in eine Datei auszulagern. (Gimp wird dadurch erheblich langsamer!)

TIP

Die Größe des Tile-Cache sollte in einem vernünftigen Verhältnis zum RAM stehen. Wenn Sie viel RAM besitzen (z. B. 256 MByte), können Sie den Tile-Cache auf ca. die Hälfte davon stellen. Gerade die Bearbeitung sehr großer Bilder wird dadurch enorm beschleunigt.

Eine der häufigsten Tastenkombinationen beim Umgang mit Gimp ist $(\text{Strg})+(\text{Z})$ für die Undo-Funktion. In der Defaulteinstellung ist diese Funktion allerdings auf die fünf letzten Operationen beschränkt. Im Blatt UMGEBUNG des Dialogs EINSTELLUNGEN können Sie einen höheren Wert einstellen.

Wenn Sie mit großen Bildern arbeiten und viele Undo-Ebenen zulassen, steigt der Platzbedarf der Auslagerungsdatei von Gimp rasch ins Unermessliche! Mehrere 100 MByte sind keine Seltenheit. Gleichzeitig wird das Arbeitstempo unerträglich langsam (es sei denn, Sie haben ein riesiges RAM, d. h. 256 MByte und mehr).

Achten Sie auch darauf, dass Gimp bei einem Absturz die Swap-Datei nicht entfernt. Wenn Ihre Festplatte unerwartet voll ist, werfen Sie einen Blick in das Verzeichnis für die Gimp-Swap-Datei!

Tastenkürzel neu definieren

Vielen Menükommandos sind Tastenkürzel zugewiesen, die im Menütext angezeigt werden. Nichts ist leichter, als stattdessen ein anderes Kürzel zu verwenden bzw. überhaupt ein neues Kürzel zuzuweisen. Beginnen Sie die Menüauswahl mit der Maus, und lassen Sie diese über dem Menükommando stehen, ohne die Auswahl durch einen Mausklick abzuschließen. Dann drücken Sie die gewünschte Tastenkombination – fertig. Einfacher geht es wirklich nicht. (Die geänderten Tastenkürzel werden in der lokalen Datei `menurc` gespeichert.)

Einstellung der Menüschriftgröße

In der Defaultkonfiguration werden die Menüs von Gimp in einer ziemlich kleinen Schrift angezeigt. Abhilfe schafft die Veränderung von `~/ .gimp-1.2/gtkrc` (lokal) bzw. von `/etc/gimp/1.2/gtkrc` (global). Die folgenden Zeilen bewirken, dass die Schriftart *lucidasans* in einer Größe von 18 Punkt in Menüs und Dialogen verwendet wird. In den Linealen der Bildfenster wird dieselbe Schriftart in einer Größe von 12 Punkt verwendet.

```
# Konfigurationsdatei gtkrc
style "default"
{ font = "lucidasans-18" }
style "ruler"
{ font = "lucidasans-12" }
```

27.9 Drucken mit Gimp

Seit Version 1.2 ist Gimp-Print ein fester Bestandteil von Gimp. Gimp-Print ist zweierlei: einerseits eine moderne Komponente zur Steuerung des Ausdrucks von Gimp-Bildern, andererseits eine Sammlung von Druckertreibern, die bei vielen Linux-Distributionen nicht nur für Gimp, sondern für alle Ausdrücke verwendet werden können.

Der Druckdialog wird mit `DATEI|DRUCKEN` aufgerufen. Dann gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten, das Bild auszudrucken:

- Sie erzeugen mit Gimp eine PostScript-Datei, die mit `lpr` an den Drucker weitergeleitet wird. Das von Ihnen installierte Drucksystem kümmert sich darum, die PostScript-Datei in das Format des Druckers umzuwandeln (wenn es sich dabei nicht ohnedies um einen PostScript-Drucker handelt).
- Sie klicken den Button **EINSTELLUNGEN** an und wählen einen der dort eingestellten Drucker aus. Gimp verwendet dann seine eigenen Druckertreiber und sendet das Resultat direkt an den Drucker. (Dazu wird das Kommando `lpr -l` verwendet, um die Filter des Drucksystems zu umgehen.) Diese Variante kommt natürlich nur in Frage, wenn Gimp-Print einen Treiber für Ihren Drucker enthält.

Die Verwendung der Gimp-Print-Druckertreiber empfiehlt sich insbesondere bei modernen Tintenstrahldruckern. Auf diese Weise ist es möglich, beinahe in Fotoqualität zu drucken. (Grundsätzlich ist es auch möglich, eine PostScript-Datei zu erzeugen und diese dann – ebenfalls unter Benutzung eines Gimp-Print-Druckertreibers – auszu-drucken. Sofern im Druckertreiber dieselben Einstellungen wie im Gimp-Druckdialog verwendet werden, sollte die Qualität dieselbe sein. Allerdings ist das direkte Drucken via Gimp deutlich schneller, weil statt der zweifachen Umwandlung (Gimp-Bitmap → PostScript → Druckerformat) ein direkterer Weg beschritten wird (Gimp-Bitmap → Druckerformat). Gerade bei großen Bitmaps, die in hoher Auflösung gedruckt werden sollen, ist der CPU-, RAM- und (temporäre) Festplattenbedarf deutlich geringer.

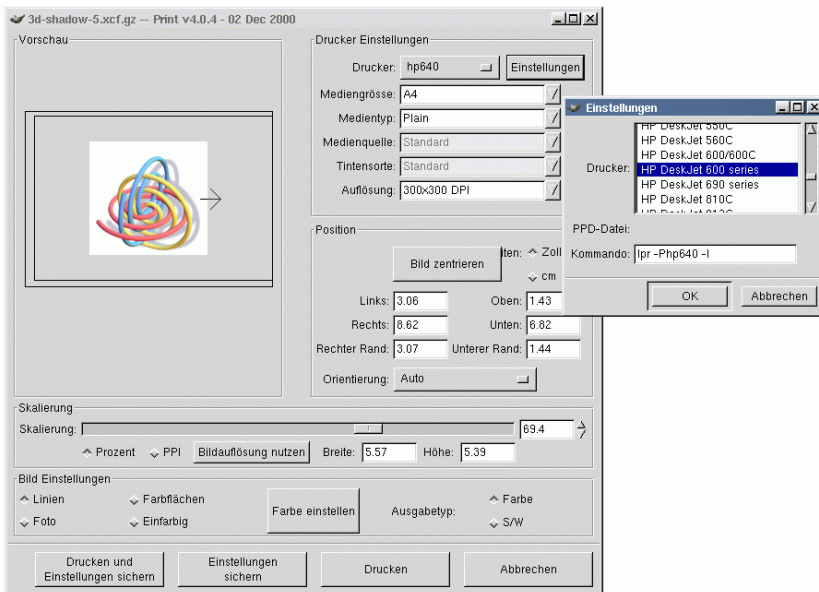


Abbildung 27.27: Der Gimp-Druckdialog

Wie Sie in Abbildung 27.27 sehen, können Sie im Gimp-Druckdialog auch unzählige Optionen einstellen, die die Darstellungsgröße, Auflösung, Farbeinstellung etc. betreffen. Damit Sie die Parameter nicht bei jedem Ausdruck neu einstellen müssen, können Sie

die Einstellungen speichern. (Die Einstellungen werden nicht pro Bild, sondern global in `~/ .gimp-1.2/printrc` gespeichert; für jeden im System bekannten Drucker werden eigene Einstellungen gespeichert.)

27.10 Referenz der Tastenkürzel im Bildfenster

Dieser Abschnitt fasst die wichtigsten Gimp-Tastenkürzel für das Bildfenster zusammen. Beachten Sie bitte,

- dass Sie die Tastenkürzel im Menü ganz leicht selbst ändern können (siehe oben),
- und dass je nach aktivem Fenster (z. B. im Ebenendialog) zum Teil andere Tastenkürzel gelten!

Viele Kürzel orientieren sich an den englischen Bezeichnungen der Zeichenwerkzeuge, weswegen deren Namen ebenfalls angegeben werden.

Dateiverwaltung

(Strg)+(N)	neue Datei (neues Bildfenster)
(Strg)+(D)	Bild duplizieren
(Strg)+(O)	Datei öffnen
(Strg)+(S)	Datei speichern
(Strg)+(W)	Datei schließen
(Strg)+(Q)	Gimp beenden

Zoom

(1)	Zoom 1:1
(-)	herauszoomen (verkleinern)
(=)	hineinzoomen (vergrößern, funktioniert nur bei US-Tastaturlayout)

Auswahl (Markierung)

(R)	rechteckige Auswahl
(E)	elliptische Auswahl
(F)	freie Auswahl
(Z)	farblich zusammenhängenden Bereich auswählen (fuzzy selection)
(B)	Bereich mit Bezier-Kurven auswählen
(I)	Umrisse auswählen (intelligent scissor)

Auswahl (Markierung, Fortsetzung)

(Strg)+A	alles auswählen
(Shift)+(Strg)+A	nichts auswählen (Auswahl auflösen)
(Strg)+I	Auswahl invertieren
(Shift)+(Strg)+L	Auswahl in schwebende Auswahl umwandeln
(Shift)+(Strg)+F	Auswahl ausblenden (feather)
(Shift)+(Strg)+H	Auswahl schärfen (sharpen)
(Strg)+T	Markierung der Auswahl ein-/ausblenden

Zeichenwerkzeuge

(Shift)+B	mit Farbe oder Markierung füllen (bucket fill)
(Strg)+.	mit Vordergrundfarbe füllen
(Strg)+,	mit Hintergrundfarbe füllen
L	mit Farbverlauf füllen (blend)
(Shift)+P	zeichnen (pencil)
P	malen (paintbrush)
(Shift)+E	mit Hintergrundfarbe radieren (erase)
A	Airbrush
C	Muster bzw. Bildteile kopieren (clone)
V	Weichzeichnen bzw. Schärfen (convolve)
T	Text einfügen
O	Farbe aus Bild auswählen

Bearbeiten-Menü, Zwischenablage

(Strg)+C	kopieren (copy)
(Strg)+X	ausschneiden
(Strg)+L	löschen
(Strg)+V	einfügen
(Shift)+(Strg)+C	in Ablage kopieren (copy)
(Shift)+(Strg)+X	in Ablage ausschneiden
(Shift)+(Strg)+V	aus der Ablage einfügen
(Strg)+Z	rückgängig
(Strg)+R	wiederholen (repeat/redo)

Fenster und Dialoge

(Strg)+(L)	Ebenen, Kanäle und Pfade (layers)
(Shift)+(Strg)+(B)	Pinzel (brushes)
(Shift)+(Strg)+(P)	Muster (patterns)
(Strg)+(G)	Farbverläufe (gradients)
(Strg)+(P)	Farbpalette
(Shift)+(Strg)+(T)	Werkzeugeinstellungen (Kürzel gilt nur in der Toolbox!)

Bild, Auswahl und Ebene bearbeiten

(M)	Auswahl oder Ebene verschieben (move)
(Shift)+(F)	Auswahl oder Ebene spiegeln (flip)
(Shift)+(T)	Auswahl oder Ebene drehen, skalieren etc. (transform)
(Strg)+(H)	Ebene verankern (anchor)
(Strg)+(M)	sichtbare Ebenen vereinen (merge)
(Shift)+(C)	Bildgröße ändern (crop)
(Strg)+(E)	Fenstergröße an Bildgröße anpassen

Sonstiges

(D)	Defaultfarben (Schwarz/Weiß) einstellen
(X)	Vorder-/Hintergrundfarbe vertauschen (exchange)
(Alt)+(F)	letzten Filter wiederholen

Anhang A

Mandrake 8.2

HINWEIS

Dieser Anhang beschreibt einige Besonderheiten der Installation und Verwendung von Mandrake 8.2.

Wie bereits im Vorwort erläutert, wurden die Kapitel 1 bis 27 auf der Basis von Mandrake 8.0 bzw. 8.1 verfasst. Dieser Anhang wurde im Rahmen eines Nachdrucks des Buchs neu geschrieben. Eine vollständige Aktualisierung des gesamten Buchs im Hinblick auf Mandrake 8.2 war aus technischen Gründen nicht möglich.

Linux Mandrake ist eine von Red Hat abgeleitete Distribution. Das bedeutet einerseits, dass die Distribution weitestgehend mit Red Hat kompatibel ist. Das betrifft sowohl die meisten Konfigurationsdateien als auch die überwiegende Mehrheit der Pakete. (Ein Paket, das zur Installation für eine aktuelle Red-Hat-Version gedacht ist, kann fast immer auch unter einer aktuellen Mandrake-Version installiert werden. Das gilt in der Regel auch für Sicherheits-Updates.)

Andererseits hebt sich Mandrake von Red Hat durch eine Reihe eigener bzw. zusätzlicher Konfigurations-Tools ab. Mandrake ist in vielen Details benutzerfreundlicher und intuitiver zu bedienen als Red Hat und eignet sich insofern ausgezeichnet für Linux-Einsteiger.

Mandrake liefert zudem oft aktuellere Software-Pakete als Red Hat mit, was einerseits toll ist, wenn Sie die neuesten Versionen kennen lernen möchten, was aber andererseits manchmal zu Lasten der Stabilität geht. In der Vergangenheit hatte ich beim Testen neuer Mandrake-Versionen mehrfach den Eindruck, dass gerade noch ein paar Wochen gefehlt hätten, um die Distribution richtig abzurunden und um einige offensichtliche Mängel zu beheben. Tatsächlich wurden die aufgetretenen Probleme dann aber erst bei der nächsten Version behoben; dort gab es aber gleichzeitig wieder so viele neue, abermals nur halb-fertige Funktionen, dass der ein wenig unausgeglichene Eindruck bis heute bestehen blieb.

ISDN-Anwender werden mit Mandrake wahrscheinlich auch nicht so recht glücklich werden – die dafür vorgesehenen Konfigurationswerkzeuge können mit denen anderer Distributionen noch immer nicht mithalten.

Die FTP-Version von Mandrake ist kostenlos via Internet oder sehr kostengünstig bei verschiedenen Linux-CD-Versendern erhältlich (z. B. www.liniso.de). Die FTP-Version umfasst drei CDs. Daneben gibt es mehrere kommerzielle Versionen, die sich durch ein größeres Software-Angebot (diverse Zusatz-CDs, die unter anderem mit kommerziellen Programmen und Demo-Versionen gefüllt sind), Handbücher und ein Support-Angebot auszeichnen.

Dieser Anhang beschreibt die kostenlos erhältliche FTP-Variante von Mandrake 8.2. Aktuelle Informationen zu Mandrake Linux finden Sie im Internet unter:

<http://www.linux-mandrake.com>

Neu in Mandrake 8.2: Wenn man von den üblichen Versions-Updates und vielen Detailverbesserungen einmal absieht, gibt es in Mandrake 8.2 nur wenig substanzielle Änderungen im Vergleich zur Vorgängerversion. (Insofern gelten viele der in diesem Anhang präsentierten Informationen auch für Mandrake 8.0 und 8.1.)

Am augenfälligsten ist der Abschied vom grafischen Init-V-Prozess (Aurora), der durch ein optisch minimalistisches System ersetzt wurde, das im Textmodus ausgeführt wird (wenn auch mit netter Hintergrundgrafik). Per Default läuft Mandrake 8.2 noch mit KDE 2.2.2, Pakete für KDE 3.0 stehen im Internet aber bereits zur Verfügung.

Installation

VERWEIS

Dieser Abschnitt basiert auf Kapitel 2, das allgemeine Informationen über die Installation von Linux gibt. Falls Ihnen die Mandrake-Handbücher nicht in gedruckter Form zur Verfügung stehen, finden Sie diese im Internet unter:

<http://www.linux-mandrake.com/en/fdoc.php3>

Außerdem finden Sie auf CD 1 im Verzeichnis `/doc` einige Installationstipps in mehreren Sprachen sowie im Verzeichnis `/tutorial` ein englischsprachiges Handbuch, das sowohl die Installation als auch die ersten Schritte in Mandrake beschreibt.

Installation starten: Mandrake Linux wird normalerweise direkt von der CD-ROM installiert. Das Installationsprogramm DrakX zeichnet sich durch eine komfortable grafische Benutzeroberfläche aus.

Falls eine Installation direkt von der CD-ROM nicht möglich sein sollte, finden Sie auf der CD-ROM im Verzeichnis `images` Dateien zum Erstellen von Bootdisketten (siehe Seite 91). Im Verzeichnis `images` der ersten CD-ROM stehen folgende Dateien zur Auswahl:

- `cdrom.img`: Normale Installation, die Installationsdateien werden von CD-ROMs gelesen.
- `hd.img`: Die Installationsdateien werden von einer Festplattenpartition (Windows, Linux) gelesen.

- `network.img`: Die Installationsdateien stehen im lokalen Netzwerk zur Verfügung (FTP, NFS oder HTTP).
- `pcmcia.img`: Notebook-Installation
- `usb.img`: ermöglicht die Installation von einem USB-Gerät (z. B. USB-CD-Laufwerk oder USB-Netzwerkkarte).
- `other.img`: ermöglicht die Installation auch bei exotischer Hardware (die Diskette enthält Treiber für selten eingesetzte SCSI- und Netzwerkkarten).
- `memtest-x86.bin`: ermöglicht den Test des Hauptspeichers (RAMs) durch das Programm `memtest`.

Installationsformen: Unmittelbar nach Beginn der Installation erscheint ein kurzer Begrüßungstext. Sie haben nun einige Sekunden Zeit, um **(F1)** zu drücken und dann zwischen verschiedenen Varianten des Installationsprogramms auszuwählen. Dazu müssen Sie eines der folgenden Schlüsselwörter per Tastatur eingeben und dann **(↵)** drücken. (Beachten Sie, dass zu diesem Zeitpunkt noch das US-Tastaturlayout gilt.) Wenn Sie nichts tun bzw. ohne Texteingabe **(↵)** drücken, kommt automatisch die Standardvariante (`linux`) zur Anwendung.

`linux`: Default, Installation im Grafikmodus (800*600 Pixel)

`vgalo`: Installation im Grafikmodus (640*480 Pixel)

`text`: Installation im Textmodus

`export`: wie `linux`, aber ohne automatische Hardware-Erkennung

`vgalo expert`: wie `vgalo`, aber ohne automatische Hardware-Erkennung

`text expert`: wie `text`, aber ohne automatische Hardware-Erkennung

Die `text`-Variante empfiehlt sich bei wenig Speicher oder bei Problemen mit der Grafikkarte. Die `expert`-Varianten sind dann sinnvoll, wenn es Probleme bei der automatischen Hardware-Erkennung gibt. Eventuell müssen Sie als zusätzliche Option noch `no-auto` angeben, also z. B.: `text expert noauto`.

Standardinstallation: Nach einigen Statusmeldungen im Textmodus erscheint das grafische Installationsprogramm `DrakX`. Es zeigt am linken Bildschirmrand den Installationsfortschritt an. Sie können die bereits abgeschlossenen Punkte jederzeit anklicken, um nachträglich Veränderungen durchzuführen. Am unteren Rand werden Hilfetexte zum gerade aktuellen Konfigurationspunkt angezeigt. Links unten können Sie mit der Maus zwischen zwei verschiedenen Farbschemata wechseln.

Die Maus sollte automatisch erkannt werden. Gelingt das nicht, kann das Installationsprogramm vollständig per Tastatur bedient werden. Die Hilfetexte können Sie mit **(F1)** lesen.

Sprache: Hier können Sie die Sprache für das Installationsprogramm auswählen. Diese Sprache gilt auch nach der Installation als Defaultsprache für Linux. Wenn Sie darüber hinaus noch weitere Sprachen installieren möchten, können Sie diese mit dem `ADVANCED`-Button auswählen.

Installationsklasse: Das Installationsprogramm unterscheidet zwischen zwei so genannten Installationsklassen, RECOMMENDED und EXPERT. Die zweite Variante bietet mehr Eingriffsmöglichkeiten in den Konfigurationsprozess und wird hier beschrieben.

Falls sich auf dem Rechner bereits eine ältere Version von Mandrake Linux befindet, können Sie auch ein UPDATE versuchen. Erfahrungsgemäß funktioniert das aber selten problemlos. (Lesen Sie die Warnung auf Seite 108!)

SCSI-Konfiguration: DrakX fragt nun, ob SCSI-Karten vorhanden sind, und versucht diese dann zu erkennen. Gelingt das nicht, müssen Sie die richtige SCSI-Karte aus einer Liste auswählen.

Maus/Tastatur: Hier wählen Sie den gewünschten Maustreiber und das Tastaturlayout (Button MEHR) aus.

Sicherheit: Hier können Sie eine von vier Sicherheitsstufen auswählen. Je nach Sicherheitsstufe werden verschiedene Dienste deaktiviert, Zugriffsrechte auf Dateien und Devices restriktiver eingestellt etc. Detaillierte Hintergrundinformationen zum Mandrake-Sicherheitssystem MSEC finden Sie laut Installationsprogramm im Mandrake User Guide. (Sie sollten die Sicherheitseinstellungen nach dem Ende der Installation kontrollieren.)

Dateisystem einrichten: Mit dem grafischen Partitionseditor können Sie nun eine neue Partition erstellen, in die Linux installiert werden soll. Die Bedienung ist außerordentlich einfach. Die Festplatte wird durch ein Balkendiagramm symbolisiert. Sobald Sie den unpartitionierten Bereich anklicken, haben Sie die Möglichkeit, eine neue Partition anzulegen, den gewünschten Mount-Punkt und den Typ der Partition anzugeben. Das Installationsprogramm unterstützt folgende Dateisysteme: Linux Native (ext2), ext3 (Defaultdateisystem), ReiserFS, IBM JFS, SGI XFS, Swap, Linux RAID und Linux LVM.

Anschließend müssen Sie noch bestätigen, welche Partitionen formatiert werden sollen. Das wird daraufhin sofort erledigt.

Paketauswahl: Als Nächstes müssen Sie entscheiden, welche Paketgruppen installiert werden sollen. Dazu fragt das Installationsprogramm zuerst, welche CDs zur Installation zur Verfügung stehen. (Das hängt davon ab, ob Sie die kostenlose FTP-Version mit nur zwei CDs oder eine kommerzielle Version mit mehr CDs installieren.)

Anschließend zeigt das Installationsprogramm eine Auswahl von Paketgruppen an. Wenn Sie die mit * markierten Gruppen auswählen, haben Sie eine recht solide Grundkonfiguration. (Der Platzbedarf beträgt ca. 1,2 GByte.)

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| * Büro-Arbeitsplatz | Server: Web/FTP |
| Spiel-Station | Server: Mail/Groupware/News |
| Multimediarechner | Server: Datenbank |
| * Internetrechner | Server: Firewall/Router |
| * Netzwerk-Computer (Client) | DNS/NIS |
| * Konfiguration | Netzwerkrechner Server |
| Wissenschaftl. Arbeitsplatz | * KDE |
| * Konsolen-Werkzeuge (Editoren etc.) | * Gnome |
| Entwicklungsplattform | Other Graphical Desktops |
| * Dokumentation | |

Wenn Sie zusätzlich die Option INDIVIDUELLE PAKETAUSWAHL aktivieren, können Sie anschließend eine Feinauswahl treffen und einzelne Pakete hinzufügen bzw. entfernen.

Falls Sie bei der Paketauswahl Server-Dienste ausgewählt haben, zeigt das Installationsprogramm eine Warnung mit der Frage an, ob Sie diese Programme wirklich installieren möchten (was Sie im Regelfall bejahen werden). Der Grund für diese Warnung besteht darin, dass jeder Server-Dienst ein potenzielles Sicherheitsrisiko darstellt.

Anschließend beginnt das Installationsprogramm, die Pakete auf die Festplatte zu übertragen. (Das dauert einige Minuten.)

Root-Passwort, Benutzername: Hier geben Sie zweimal das gewünschte Root-Passwort an. Falls zur Benutzerverwaltung im lokalen Netzwerk ein LDAP- oder NIS-Server zur Verfügung steht, können Sie die entsprechende Option anklicken. Andernfalls (der Normalfall) können Sie anschließend einen oder mehrere Benutzer einrichten.

Als weitere Option bietet das Installationsprogramm an, Linux in Zukunft so zu starten, dass automatisch ein Default-Benutzer eingeloggt ist. Dies ist aus Sicherheitsgründen unüblich und nur dann sinnvoll, wenn auf dem Rechner wirklich nur eine Person arbeitet. (root darf übrigens nicht der Default-Benutzer sein.)

Netzwerkconfiguration: Hier bietet das Installationsprogramm fünf Optionen: Modem, ISDN, ADSL, Kabel oder eine Netzwerkkarte für das lokale Netz. Bei der LAN-Konfiguration können Sie die erforderlichen IP-Adressen entweder direkt angeben oder sich für DHCP entscheiden (wenn es in Ihrem Netzwerk einen DHCP-Server gibt).

Zusätzlich müssen Sie den gewünschten Rechnernamen (inklusive Domain) und bei Bedarf die IP-Adresse des DNS-Servers und des Internet-Gateways angeben. Optional können Sie auch die Parameter von HTTP- und FTP-Proxies angeben. (Das ist nur erforderlich, wenn in Ihrem lokalen Netz ein Proxy-Server eingerichtet ist.)

Zusammenfassung: DrakX zeigt nun eine Zusammenfassung der Einstellungen für eine Reihe von Geräten an: Maus, Tastatur, Zeitzone, Drucker, Soundkarte. Sie können die Einstellungen nochmals überprüfen bzw. verändern.

Soundkarte: Das Installationsprogramm zeigt zwar die gefundene Soundkarte an, bietet aber keine weitere Konfigurationsmöglichkeit.

Drucker: Bei der Druckerkonfiguration können Sie zuerst zwischen drei Drucksystemen auswählen: CUPS, LPRng oder PDQ. (Informationen zu den ersten beiden Systemen finden Sie auf Seite 401. Für Privatanwender ist CUPS wegen der guten Unterstützung zahlloser Drucker praktisch. Wenn Sie dagegen vorhaben, Ihren Rechner als Drucker-Server in einem großen Netzwerk einzusetzen, ist LPRng die beste Wahl. Die weiteren Informationen in diesem Abschnitt beziehen sich auf CUPS.)

Nun können Sie mit DRUCKER HINZUFÜGEN einen neuen Drucker konfigurieren. Dabei geben Sie an, ob es sich um einen lokalen oder um einen Netzwerkdrucker handelt (CUPS/IPP, Unix/LPD, Windows/Samba). Bei einem lokalen Drucker müssen Sie angeben, an welcher Schnittstelle er angeschlossen ist (normalerweise /dev/lp0). Bei einem

Netzwerkdrucker geben Sie stattdessen die Netzparameter an: Adresse bzw. Hostname, Queue-Name (Druckername) etc.

Im zweiten Schritt müssen Sie den Druckertyp, die Seitengröße etc. angeben. Anschließend können Sie die Konfiguration sofort durch den Druck verschiedener Testseiten überprüfen und gegebenenfalls korrigieren.

Automatischer Start diverser Services: Normalerweise werden beim Rechnerstart diverse Services (Dämonen) gestartet. In diesem Dialog können Sie einzelne Services aktivieren bzw. deaktivieren. Im Regelfall brauchen Sie keine Veränderungen in diesem Dialog vorzunehmen.

Betriebssystemstart: Mit diesem Dialog können Sie angeben, ob und wie ein Boot-Loader auf die Festplatte installiert werden soll. Dabei stehen drei Varianten zur Auswahl: LILO im Textmodus, LILO im Grafikmodus oder Grub.

Egal für welche Variante Sie sich entscheiden – eine Installation auf die erste Festplatte (üblicherweise `/dev/hda`) ist nur zu empfehlen, wenn sich auf Ihrem Rechner bisher nur Windows 9x/ME befand.

Das Boot-Loader-Menü erlaubt übrigens auch `/dev/fd0` als Installationsmedium. Auf diese Weise können Sie eine Bootdiskette erstellen. (Dabei wird der Kernel von der Festplatte gelesen. Das hat den Vorteil, dass der Rechner schneller startet als mit der normalen Bootdiskette, die im nächsten Schritt beschrieben wird.)

Im zweiten Boot-Loader-Dialog können Sie die Einträge für die einzelnen Betriebssysteme verändern, die mit LILO oder Grub gestartet werden können. Im Regelfall können Sie die Vorgaben unverändert übernehmen.

Startdiskette: In diesem Dialog geben Sie an, ob Sie eine Bootdiskette erstellen möchten. (Das sollten Sie auf jeden Fall tun!) Die Bootdiskette wird intern mit dem Script `mkboot-disk` erstellt, das wiederum auf SYSLINUX zurückgreift (siehe Seite 344).

X-Konfiguration: Bei der X-Konfiguration können Sie sich je nach Grafikkarte zwischen mehreren Varianten entscheiden: XFree 3.3.6 oder 4.2 mit oder ohne 3D-Beschleunigung. Version 4.2 unterscheidet sich von 3.3.6 durch viele neue Funktionen (unter anderem Anti-Aliasing) und ist im Regelfall vorzuziehen.

Anschließend können Sie die gewünschte Auflösung und Farbtiefe auswählen und sofort testen. (Der Test wird automatisch nach zehn Sekunden abgebrochen, falls kein stabiles Bild zustande kommt.)

Als Nächstes werden Sie gefragt, ob X beim Rechnerstart automatisch ausgeführt werden soll (grafischer Login mit `kdm`). Sofern der Test des Grafikmodus erfolgreich war, spricht nichts dagegen.

Systemaktualisierung: Sofern Sie die Netzwerk- bzw. Internet-Konfiguration bereits durchgeführt haben, können Sie jetzt – noch vor dem ersten Start der Distribution – ein Online-Update durchführen. Auf diese Weise können eventuelle Sicherheitsprobleme behoben werden, bevor sie eine Gefahr darstellen können.

Damit ist die Installation abgeschlossen. Der Rechner wird neu gestartet. Falls Sie eine Bootdiskette erstellt haben, sollten Sie diese einlegen und dafür die Installations-CD entfernen.

First Time Wizard: Beim ersten X-Login erscheint ein Assistent, der bei der Auswahl des Default-Desktops, bei der E-Mail-Konfiguration sowie bei der Registrierung hilft.

- Auswahl des Default-Desktops: Bei KDE und Gnome kann außerdem zwischen verschiedenen Themen gewählt werden, die das Aussehen des Desktops beeinflussen.
- Registrierung: Hier können Sie diverse persönliche Daten angeben, die an den Mandrake-Server übertragen und dort gespeichert werden. Der Schritt ist optional, d. h. Sie können den Dialog mit `NEXT` einfach überspringen.
- E-Mail-Konfiguration: Hier können Sie Ihren Default-E-Mail-Client angeben (wenn Sie KDE als Desktop verwenden, steht nur `kmail` zur Auswahl) sowie Ihre E-Mail-Zugangsdaten einstellen (E-Mail-Adresse, SMTP-, POP- oder IMAP-Server-Adresse, Login-Name etc.). Auch dieser Schritt ist optional. Er erspart eine spätere manuelle Konfiguration des E-Mail-Programms (die aber auch nicht komplizierter ist).
- Mandrake-Expert-Login: Es erscheint nun Konqueror mit der Registrierungsseite von Mandrake Expert. Dabei handelt es sich um ein Support-Forum, wobei es sowohl eine freie als auch eine kommerzielle Variante gibt. Abermals können Sie die Registrierung überspringen, indem Sie Konqueror einfach beenden (`DOKUMENT|BEENDEN`).

Erfahrene Anwender werden den First Time Wizard wahrscheinlich gleich mit `ABBRUCH` verlassen – eine wirkliche Hilfe stellt das Programm nicht dar (eher einen schlecht getarnten Versuch, Kundendaten zu sammeln). Anschließend wird der ausgewählte Desktop gestartet. Sie können das Programm auch später aufrufen – der Kommandoname lautet `drakfw`.

Konfiguration

Mandrake gelingt das Kunststück, eine riesige Palette von Konfigurationswerkzeugen mit einer einheitlichen Benutzeroberfläche auszustatten. Fast alle Werkzeuge können über das Mandrake-Kontrollzentrum gestartet werden (siehe Abbildung A.1). Wenn Sie das Programm per Kommando starten möchten, lautet der Name bis Version 8.0 `Drak-Conf`, ab 8.1 `drakconf`. Beachten Sie, dass die meisten Konfigurationsmodule auch als eigenständige Programme gestartet werden können (z. B. mit `drakfont`, `drakboot`, `drakfloppy` etc.).

TIPP

`drakconf` kann auch in einer Textkonsole ausgeführt werden, allerdings stehen dann nur sehr wenige Module zur Auswahl, und diese unterscheiden sich zum Teil erheblich von denen unter X.

Viele Mandrake-Konfigurationswerkzeuge wurden im Verlauf dieses Buchs bereits beschrieben, sodass hier nicht die Notwendigkeit besteht, diese Informationen zu wiederholen. (Werfen Sie einen Blick in das Stichwortverzeichnis, Schlagwort *Mandrake*!)

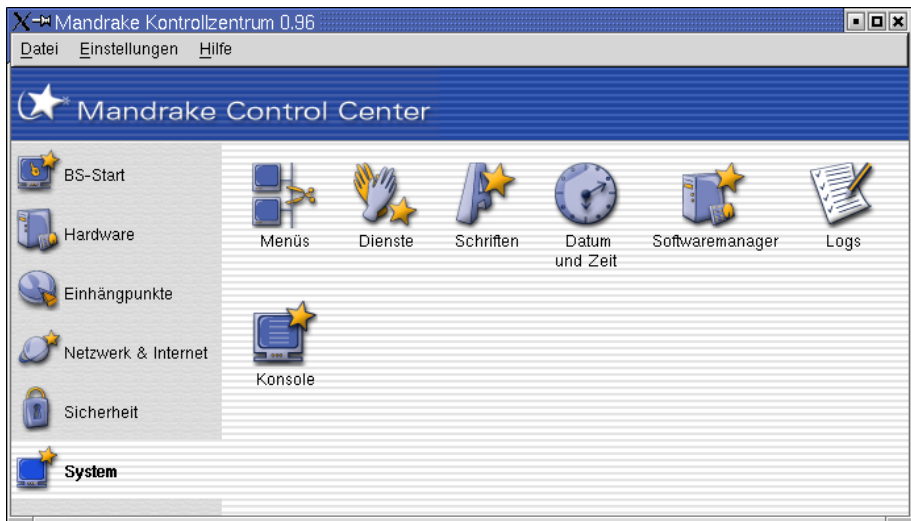


Abbildung A.1: DrakConf

Hardware-Konfiguration: Für viele Hardware-Komponenten gibt es eigene Module in der Gruppe **HARDWARE** (z. B. Anzeige für das Grafiksystem, Maus, Tastatur, Drucker, Scanner). Sonstige Hardware können Sie eventuell über das Modul **HARDWARE|HARDWARE-LISTE** konfigurieren: Das Modul zeigt nicht nur alle erkannten Hardware-Komponenten Ihres Rechners an, sondern bietet für manche Komponenten (z. B. Sound-Karten) auch eine eigene Konfigurationsmöglichkeit.

Scanner-Konfiguration: Neu in Mandrake 8.2 ist das Modul zur Scanner-Konfiguration. Ein Test mit meinem Scanner (Epson 1240U) verlief äußerst zufrieden stellend: Der Scanner wurde auf Anhieb erkannt und ohne weitere Rückfragen korrekt konfiguriert.

Verwaltung des Dateisystems: Neu in Mandrake 8.2 sind die Module der entsetzlich ins Deutsche übersetzten Gruppe **EINHÄNGPUNKTE** (gemeint sind *mount points*). Mit den Modulen können Sie für verschiedene Datenträger (Festplattenpartitionen, CDs, DVDs, Disketten) und Netzwerkverzeichnis (NFS, Samba) angeben, wo und mit welchen Optionen sie in das Dateisystem eingebunden werden sollen. Die Module verändern also die Datei `/etc/fstab` (siehe ab Seite 242).

Auch beim Modul **EINHÄNGPUNKTE|PARTITIONEN TEILEN** muss man über die Übersetzung schmunzeln: Das Modul hilft nicht etwa dabei, Partitionen in kleinere Teile zu zerlegen, sondern Verzeichnisse via NFS oder Samba anderen Benutzern im lokalen Netzwerk zur Verfügung zu stellen (englisch *share*, unter Windows *Freigabe*).

Genau genommen bewirkt das Modul lediglich die Installation von Samba bzw. eines NFS-Servers. Die eigentliche Freigabe muss dann im Eigenschaftsdialog zu einem Verzeichnis im Dateimanager (Konqueror oder Nautilus) erfolgen. Versuche, mit dem Modul ein Samba-Verzeichnis einzurichten, sind allerdings gescheitert. Die Mandrake-Dokumentation zu diesem Modul ist leider auch eher vage.

Protokolldateien lesen: Das Programm `logdrake` bzw. das Modul `SYSTEM|LOGS` hilft beim Lesen der `/var/log`-Dateien `auth`, `messages`, `syslog` und `user`. Dazu geben Sie zuerst an, welche Dateien berücksichtigt werden sollen, ob die Suche auf einen bestimmten Tag eingeschränkt werden soll und ob nur solche Zeilen angezeigt werden sollen, die einen bestimmten Begriff enthalten (oder nicht enthalten).

Mit dem Button `SUCHEN` analysiert das Programm dann die Logging-Dateien. Die gefundenen Zeilen werden farblich hervorgehoben, was die Lesbarkeit stark verbessert.

Server-Konfiguration: Neu seit Mandrake 8.1 sind Module zur Server-Konfiguration (DHCP, DNS, FTP, Samba, Apache etc.). Diese Module sind ebenfalls über das Kontrollzentrum zugänglich, allerdings nur dann, wenn sie vorher installiert werden. (Das ist per Default nicht der Fall! Es handelt sich um die Pakete `wizdrake`, `wizard` sowie `wizards_lib-*`.)

Bevor ein spezieller Netzwerkdienst konfiguriert werden kann, muss im Basismodul `SERVER|SERVER` eine Grundkonfiguration durchgeführt werden. Die Daten einer bereits durchgeführten Netzwerkkonfiguration werden dabei ignoriert und müssen neu eingegeben werden. Besonders verwirrend ist die Angabe des Hostnamens: Dieser muss anscheinend dreiteilig sein (z. B. `meine.firma.com`); zweiteilige Namen (`firma.com`) werden ohne Angabe von Gründen nicht akzeptiert.

Ärgerlich ist auch der Umstand, dass bei der Basiskonfiguration keine Name-Server-Adresse angegeben werden kann und dass die Gateway-Adresse anscheinend ignoriert wird. Die Folge war, dass nach erfolgter Basiskonfiguration der Internet-Zugang (durch einen anderen Rechner im lokalen Netz) nicht mehr funktionierte und erst nach einer Neukonfiguration der Netzwerkkarte wieder aktiviert werden konnte. Dadurch wurden aber offensichtlich die Einstellungen der Server-Basiskonfiguration überschrieben und das Spiel beginnt von neuem.

Auch die Experimente mit dem Samba-Modul verliefen wenig ermutigend: Die wenigen Konfigurationsmöglichkeiten sind derart rudimentär, dass eine direkte Veränderung von `/etc/samba/smb.conf` sinnvoller ist. So verbleibt der Eindruck, dass hier viel versprechende, aber unausgereifte Tools ausgeliefert werden.

Benutzerverwaltung: Zu den wenigen Konfigurationsprogrammen außerhalb von `drakconf` zählt das Programm `userdrake`, das zur Verwaltung von Benutzern und Gruppen dient. Es ist kurz auf Seite 170 beschrieben.

X-Fernsteuerung: Auch das Programm `rfbdrake` ist noch nicht in `drakconf` integriert. Es hilft bei der Konfiguration der `remote-framebuffer`-Funktion. Diese ermöglicht es, dass eine andere Person im Netzwerk (ebenfalls via `rfbdrake`) die Kontrolle über die Benutzeroberfläche Ihres Rechners übernehmen kann. Die Funktion ist vor allem dann ausgesprochen praktisch, wenn ein Anwender ein Problem mit seinem Rechner hat und ein zweiter Anwender (der sich woanders befindet) helfen möchte.

Leider ist `rfbdrake` vollkommen undokumentiert, weswegen hier eine genaue Beschreibung schwierig ist. Grundsätzlich beginnt eine RFB-Sitzung damit, dass der Hilfesuchende Anwender `rfbdrake` startet, die Option `SITZUNG ANBIETEN` anklickt, ein

mit dem Helfer vereinbartes Passwort angibt und durch `SERVER STARTEN` das Programm `x0rfbserver` als Hintergrundprozess startet. (Das Programm ist Teil des `rfb`-Pakets. Es erscheint als winziges Fenster mit nur einem Icon am Bildschirm. Wenn Sie dieses Fenster schließen, wird die Sitzung beendet.)

Der Helfer startet ebenfalls `rfbdrake`, wählt aber die Option `SITZUNG ANFORDERN` und gibt die Netzwerkadresse des Hilfesuchenden sowie das vereinbarte Passwort an. `rfbdrake` startet nun das Programm `vncviewer`, das die Verbindung zum anderen Rechner herstellt. Das Programm ist Teil des `vnc`-Pakets (*virtual network computing*). Weitere Informationen zu diesem Paket finden Sie unter:

<http://www.uk.research.att.com/vnc/>

Der Helfer sieht nun ein Fenster vor sich, das exakt den Desktop des anderen Rechners darstellt. Er kann darin Fenster verschieben, Tastatureingaben durchführen etc. (Der Hilfesuchende sieht diese Operationen natürlich ebenfalls.)

Das Ganze funktioniert nur dann zufrieden stellend, wenn eine ausreichend schnelle Netzwerkverbindung zur Verfügung steht. Die Verbindung endet, wenn einer der beiden Teilnehmer `x0rfbserver` bzw. `vncviewer` beendet.

Paketmanager

Zur Paketverwaltung sieht Mandrake das Programm `rpmdrake` vor (siehe Abbildung A.2). Es kann über das Kontrollzentrum oder als eigenständiges Programm gestartet werden. Per Default zeigt das Programm alle nicht installierten Pakete an, die sich noch auf den Installations-CDs befinden. Wenn Sie das Dialogblatt `INSTALLIERTE` anklicken, zeigt `rpmdrake` stattdessen die bereits installierten Programme an. Das ist zur Deinstallation von Paketen praktisch.

Per Default werden alle Pakete in einem hierarchischen Baum dargestellt, wobei die Pakete einer der vier folgenden Gruppen zugeordnet werden: *Development*, *Graphical Environment*, *Server* und *Workstation*. Das Problem besteht darin, dass die Zuordnung eher willkürlich ist. (Beispielsweise befinden sich `HOWTO`-Dokumente in der Kategorie *Development*.)

Zum Glück kann die Paketliste auch flach (ohne Hierarchie) dargestellt werden; auf Wunsch unter Anwendung eines Suchkriteriums. Per Default werden nur die Dateinamen der Pakete durchsucht, es ist aber möglich, nach Dateien innerhalb der Pakete oder nach Begriffen in den Paketbeschreibungen zu suchen.

Wenn Sie das gewünschte Paket gefunden haben, müssen Sie zur Installation nur noch das vorgesehene Auswahlfeld und dann das `INSTALLIERE/ENTFERNE`-Icon anklicken. `rpmdrake` löst nun automatisch alle Paketabhängigkeiten auf und fordert Sie dann dazu auf, die richtige CD einzulegen. Soweit es darum geht, Pakete von den Mandrake-CDs zu installieren, erfüllt der Paketmanager diese Aufgabe effizient und problemlos!

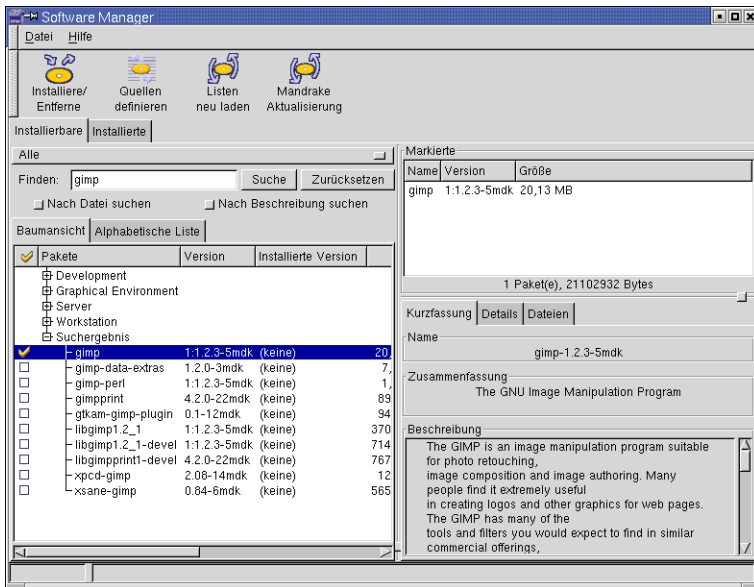


Abbildung A.2: Der Mandrake-Paketmanager

Installation fremder Pakete: Wenn Sie mit `rpm` Pakete installieren möchten, die sich nicht auf den Installations-CDs befinden (sondern auf einer anderen CD, in einem Verzeichnis der Festplatte oder im Internet), dann müssen Sie deren Ort mit dem Icon QUELLEN DEFINIEREN angeben. `rpm` erstellt nun eine neue Datenbank mit allen relevanten Informationen über die dort gefundenen Dateien. Das dauert leider ziemlich lange. Die Informationen werden im Verzeichnis `/var/lib/urpmi` gespeichert.

Generell habe ich bei einigen derartigen Tests den Eindruck gewonnen, dass `rpm` in erster Linie zur Verwaltung Mandrake-eigener Pakete optimiert wurde. Bei fremden Paketen ist es deutlich effizienter, einfach `rpm` zur Installation zu verwenden.

Update-Manager

Zu den meisten Distributionen gibt es im Internet bereits Updates, bevor die Distribution im Handel ist. Damit werden Fehler und Sicherheitsmängel behoben, die nach der Fertigstellung der Distribution bekannt geworden sind. Eine Zusammenfassung über derartige Updates für Mandrake Linux finden Sie unter:

<http://www.linux-mandrake.com/en/security/>

Auf dieser Seite fehlen allerdings Links zu den Update-Paketen. Falls Sie die Updates selbst mit `rpm -U` durchführen möchten, müssen Sie sich die Update-Pakete selbst auf einem FTP-Server suchen, der Mandrake Linux spiegelt. Eine Liste derartiger Server finden Sie unter:

<http://www.linux-mandrake.com/en/ftp.php3>

Die Update-Pakete finden Sie dann üblicherweise im folgenden Verzeichnis:

`./mandrake/updates/version/RPMS`

Update automatisieren: Wenn Sie sich nicht mit derartigen Details plagen möchten, sollten Sie zur Durchführung der Updates das im vorigen Abschnitt beschriebene Programm `rpmrake` einsetzen. Vor dem ersten Update müssen Sie einen FTP-Server angeben, von dem die Update-Dateien gelesen werden. `rpmrake` fordert Sie bei jedem Start zur Definition einer derartigen Quelle auf. Wenn Sie dieser Aufforderung bis jetzt nicht nachgekommen sind, klicken Sie das Icon QUELLEN DEFINIEREN an. Im nun erscheinenden Dialog klicken Sie den Button NEU an und geben als Typ SICHERHEITSAKTUALISIERUNG an. Nun können Sie mit dem Button AKTUALISIEREN DER MIRROR-LISTE eine Liste von FTP-Servern ermitteln, auf denen derartige Updates zur Verfügung stehen. (Dazu muss eine Verbindung zum Internet bestehen.) Aus der Liste wählen Sie den geografisch nächstgelegenen Server aus.

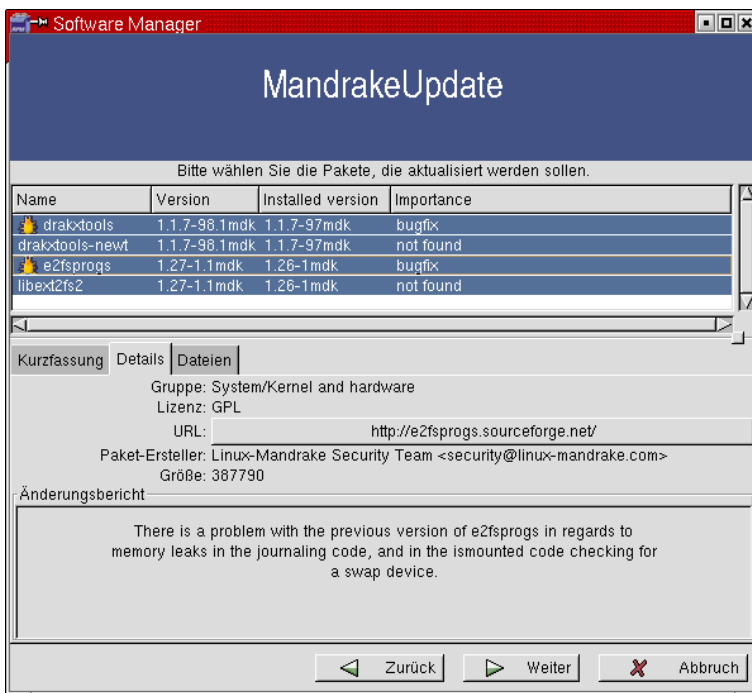


Abbildung A.3: Updates installieren

Das eigentliche Update starten Sie mit dem Icon MANDRAKE AKTUALISIERUNG. Nachdem Sie bis zu drei verschiedene Update-Typen ausgewählt haben (Bugfixes, normale Updates, Sicherheits-Updates), überprüft `rpmrake` für alle installierten Pakete, ob dazu Updates zur Verfügung stehen. Sie können nun die Pakete auswählen, die aktualisiert werden sollen, und das Update mit dem Button WEITER starten (siehe Abbildung A.3).

Je nach der Geschwindigkeit des Internet-Zugangs und der aktuellen Erreichbarkeit des FTP-Servers kann das Update geraume Zeit in Anspruch nehmen. Die Zustandsanzeige von `rpm-drake` wird dabei nur sporadisch aktualisiert und lässt nicht immer einen Rückschluss darauf zu, was gerade vor sich geht.

TIPP

Netzwerkdienste (Dämonen) müssen nach dem Update neu gestartet werden, damit das Update wirksam wird.

Vorsicht ist auch bei der Aktualisierung des Kernels geboten. Damit der Rechner danach neu gestartet werden kann, muss LILO neu ausgeführt werden. Details zu diesem Thema finden Sie ab Seite 385.

Mandrake-Besonderheiten

VERWEIS

Da die Distributionen Red Hat und Mandrake einander ziemlich ähnlich sind, gelten viele Red-Hat-Besonderheiten (z. B. der Start von Netzwerkdiensten, der Ort von Konfigurationsdateien etc.) auch für Mandrake. Werfen Sie daher auch einen Blick in den Abschnitt *Red-Hat-Besonderheiten* ab Seite 1219.

Handbücher: Die englischen Mandrake-Handbücher werden per Default installiert. Als Startpunkt für die Online-Dokumentation gilt folgende Datei:

```
/usr/share/doc/mandrake/en/index.html
```

Handbücher in anderen Sprachen finden Sie unter:

```
http://www.linux-mandrake.com/en/fdoc.php3
```

Informationen über bekannte Probleme mit Mandrake Linux finden Sie hier:

```
http://www.mandrakelinux.com/en/82errata.php3
```

Dokumentation zu den installierten Paketen: Zu fast allen installierten Paketen finden Sie im folgenden Verzeichnis umfassende Dokumentationsdateien:

```
/usr/share/doc/paketname
```

Umgang mit CD-ROMs und Disketten: Per Default werden CD-ROM- und Diskettenlaufwerke über die folgenden Namen angesprochen:

CD-ROM-Laufwerke: `/mnt/cdrom`, `/mnt/cdrom1` etc.

Disketten-Laufwerk: `/mnt/floppy`

Windows-Partitionen: Mandrake nimmt für alle Windows-Partitionen, die es während der Installation finden kann, Einträge in `/etc/fstab` vor. Diese Partitionen werden beim Systemstart automatisch in das Dateisystem integriert. Jeder darf alles lesen und schreiben. (Das ist eine sehr unsichere Defaulteinstellung. Fügen Sie gegebenenfalls die `noauto`-Option in die betreffenden Zeilen in `/etc/fstab` ein!) Die Partitionen werden über die folgenden Namen angesprochen:

Windows-Partitionen: `/mnt/win_c`, `/mnt/win_d` etc.

Beachten Sie, dass die Partitionsbuchstaben nicht unbedingt mit den Laufwerksbuchstaben unter Windows übereinstimmen!

Orte der Pakete auf den CD-ROMs: Auf den Installations-CDs finden Sie die Pakete (RPM-Dateien) im folgenden Verzeichnis:

Mandrake/RPMS

Sicherheitsabfragen für root bei mv und rm: Bei der Ausführung von `mv` oder `rm` erscheinen ständig Sicherheitsabfragen, ob Sie die Operation wirklich durchführen möchten. Diese Sicherheitsabfragen hören auf, wenn Sie die entsprechenden `alias`-Anweisungen aus `/etc/profile.d/alias.sh` entfernen.

KDE- und Gnome-Menüs: Mandrake ersetzt die KDE- und Gnome-Defaultmenüs durch ein eigenes Menü. Zur Bearbeitung dieser Menüs können Sie das Mandrake-Kontrollzentrum verwenden bzw. das Programm `menudrake` direkt ausführen.

Supermount: Mandrake 8.0 verwendet `supermount`, um das Wechseln von CDs und Disketten so bequem wie möglich zu machen (siehe Seite 250). Seit Mandrake 8.1 wird `supermount` nicht mehr mitgeliefert, offensichtlich aufgrund der vielen Probleme, die dieses Paket seit jeher bereitet hat.

devfs: Mandrake setzt seit Version 8.1 als eine der ersten großen Distributionen das `devfs`-Dateisystem zur Verwaltung der Device-Dateien ein. Eine Einführung in dieses Dateisystem finden Sie auf Seite 227.

Verwaltung von USB-Geräten: Mandrake verwendet zur Verwaltung von USB-Geräten nicht mehr `usbd`, sondern wie Red Hat das `hotplug`-System (siehe Seite 457).

Verwaltung von PCMCIA-Karten: Auch das Ein- und Ausstecken von PCMCIA-Karten wird nun vom `hotplug`-System erkannt. Allerdings kann es bei der Installation von Mandrake 8.2 auf einem alten Notebook ohne USB passieren, dass das `hotplug`-Paket nicht automatisch installiert wird. Dies müssen Sie gegebenenfalls selbst mit `rpm` oder `rpmdrake` nachholen.

dynamic: Laut Dokumentation sollten beim Einstecken von USB-Geräten automatisch entsprechende Icons auf dem KDE- bzw. Gnome-Desktop erscheinen. Verantwortlich dafür sind das `dynamic`-Paket sowie die Konfigurationsdateien in `/etc/dynamic`. Die Dynamic-Script-Dateien werden durch `devfsd` aufgerufen (siehe `/etc/devfsd.conf`). Tests haben allerdings ergeben, dass dieses System nur teilweise funktioniert. Erschwerend kommt hinzu, dass das `dynamic`-Paket so gut wie gar nicht dokumentiert ist.

Grafischer Bootvorgang: Bei Mandrake 8.0 und 8.1 erfolgte der Bootvorgang per Default im Grafikmodus, wobei die Bootmeldungen durch das Programm Aurora angezeigt wurden (siehe Seite 368).

Seit Mandrake 8.2 wird Aurora aber nicht mehr mitgeliefert. Die Neugestaltung des Bootvorgangs ist vom verspielten Aurora nun in das andere Extrem gefallen: Statt bunter Icons und über den Bildschirm schwirrenden Textmeldungen wird per Default nur mehr eine nette Hintergrundgrafik (in Apple-OS-X-Optik) mit einem Zustandsbalken angezeigt. Bis dieser endlich erscheint, gewinnt man manchmal den Eindruck, dass der Rechner abgestürzt ist. Außerdem wären etwas ausführlichere Informationen über den Bootvorgang bei einer eventuellen Fehlersuche durchaus hilfreich.

Wenn Sie möchten, dass während des Bootvorgangs die Kernel- und Init-V-Meldungen angezeigt werden, können Sie entweder die Bootvarianten *linux-nonfb* wählen, oder Sie entfernen in `/etc/lilo.conf` beim ersten Linux-Image das Schlüsselwort `quite` aus der `append`-Zeile. Anschließend führen Sie `lilo` neu aus.

Notfall/Recovery

Linux mit der Installations-CD starten: Wenn die LILO- oder GRUB-Installation versagt hat und Sie keine Bootdiskette besitzen (oder diese defekt ist), können Sie Linux mit der Installations-CD starten. Dazu müssen Sie nur den Device-Name der Root-Partition kennen. Sobald der Startbildschirm erscheint, drücken Sie **(F1)**, um zur Eingabezeile im Textmodus zu gelangen. Dort geben Sie folgendes Kommando ein (wobei Sie `/dev/hdb13` durch den Namen Ihrer Root-Partition ersetzen). Die leere `initrd`-Option ist notwendig, weil sonst das Installationsprogramm gestartet wird. Beachten Sie, dass während der Eingabe das US-Tastaturlayout gilt (siehe Seite 97).

```
linux initrd= root=/dev/hdb13
```

Diese Startmethode funktioniert nur, wenn der Boot-Kernel der Installations-CD alle erforderlichen Module enthält. Probleme gibt es, wenn sich die Root-Partition auf einer SCSI-Platte befindet, wenn Sie ein anderes Dateisystem als `ext2` oder `ext3` verwenden etc.

Selbst wenn der Linux-Start gelingt, passt leider der Installations-Kernel nicht mit den Modulen in `/lib/modules/` zusammen. Aus diesem Grund können keine Kernel-Module verwendet werden, weswegen eine Menge relativ elementarer Funktionen nicht zur Verfügung stehen. So fehlen beispielsweise Treiber für Netzwerkkarten, Module für diverse Dateisysteme etc. Immerhin gelingt es im Regelfall, mit `drakboot` eine neue LILO-Bootdiskette zu erzeugen.

Bootdiskette erstellen: Bei Mandrake gibt es mehrere Möglichkeiten, um eine Bootdiskette zu erzeugen.

- **drakfloppy:** Sofern X läuft, ist `drakfloppy` bzw. das `DrakConf`-Modul `BS-START` | `STARTDISKETTE` vermutlich die beste Variante. Dort können Sie alle möglichen Optionen einstellen – aber im Regelfall reicht es, einfach alle Defaulteinstellungen zu übernehmen und den Button `BUILD THE DISK` anzuklicken. `drakfloppy` greift bei der Erstellung der Diskette auf `mkbootdisk` zurück (siehe unten). Das Kommando funktioniert allerdings nur, wenn eine ganze Reihe von Kernel-Modulen geladen werden

kann. Es kann daher nicht verwendet werden, wenn Mandrake mit der Installations-CD gestartet wurde.

- **drakboot:** Dieses Konfigurationswerkzeug entspricht dem DrakConf-Modul BS-START|STARTVORGANG und hilft dabei, das Startverhalten von Mandrake Linux zu steuern. Sie können damit LILO bzw. GRUB installieren und den X-Login konfigurieren.

Um eine LILO-Bootdiskette zu erzeugen, klicken Sie den Button KONFIGURIEREN an. Im Konfigurationsdialog geben Sie als Bootgerät `/dev/fd0` an. Alle anderen Optionen können Sie unverändert lassen.

- **mkbootdisk:** Bei Mandrake 8.0 erzeugt dieses Textkommando eine LILO-Bootdiskette. Seit Mandrake 8.1 verhält sich das Kommando dagegen wie bei Red Hat und erzeugt eine Bootdiskette auf der Basis von SYSLINUX.

```
root# mkbootdisk --device /dev/fd0 2.4.18-6mdk
```

Die Kernel-Versionsnummer muss mit dem Namen eines Verzeichnisses in `/lib/modules` übereinstimmen. Das Kommando funktioniert allerdings nur, wenn eine ganze Reihe von Kernel-Modulen geladen werden kann.

Rescue-System: Wenn Sie eine einzelne Datei ändern möchten, ohne das System zu starten, können Sie die Installations-CD verwenden, um ein minimales, autonomes Linux-System zu starten. Dazu drücken Sie **(F1)**, sobald der Willkommensbildschirm erscheint, und verwenden dann das folgende Startkommando:

```
linux rescue
```

Mit Mandrake 8.2 wurde das Rescue-System wesentlich verbessert und zeichnet sich nun durch ein Menü aus. Dessen vier wichtigsten Einträge sind hier kurz beschrieben:

- **RE-INSTALL BOOT LOADER:** Das Script `install_bootloader` durchsucht alle Partitionen nach einer, in der Mandrake Linux installiert ist. Diese Partition wird als `/mnt` in das Dateisystem eingebunden. Anschließend wird für diese Partition `lilo` ausgeführt, wobei `/mnt/etc/lilo.conf` ausgewertet wird. (`install_bootloader` ist nicht in der Lage, eventuelle Probleme mit dem Boot-Loader Grub zu beheben.)
- **RESTORE WINDOWS BOOT LOADER:** Das Script `restore_ms_boot` durchsucht alle Partitionen nach LILO- oder Grub-Signaturen. Anschließend können Sie aus dieser Partitionsliste eine Partition auswählen. Deren Startsektor wird dann mit dem Code zum Start von Windows 9x/ME überschrieben.

Ich habe diesen Menüpunkt nicht selbst ausprobiert und kann daher nicht sagen, mit welchen Windows-Versionen diese Vorgehensweise kompatibel ist. Generell ist diese Aktion aber ziemlich gefährlich, d. h. wenn Sie Pech haben, können Sie danach gar kein Betriebssystem mehr starten.

- **MOUNT YOUR PARTITION UNDER /MNT:** Das Script `guessmounts` durchsucht alle Partitionen daraufhin, ob auf ihnen Mandrake Linux installiert ist. Wenn eine passende Partition gefunden wird, wird sie als `/mnt` in das Dateisystem eingebunden. Außerdem werden die Umgebungsvariablen `PATH` und `LD_LIBRARY_PATH` so geändert,

dass Sie die meisten Kommandos und Konsolenprogramme der `/mnt`-Partition unmittelbar ausführen können.

- **GO TO CONSOLE:** Damit gelangen Sie in ein Konsolenfenster. Anfänglich gilt das US-Tastaturlayout; Sie können dieses aber mit `loadkeys` ändern (z. B. durch `loadkeys de-latin1`, siehe Seite 158). Ebenso können Sie bei Bedarf Kernel-Module laden, mit `mount` andere Partitionen in das Dateisystem einbinden etc. Als einziger Editor steht leider nur `vi` zur Verfügung. (Wenn es gelungen ist, die Mandrake-Partition als `/mnt` in das Dateisystem einzubinden, können Sie aber alle Editoren verwenden, die dort installiert sind!) Dafür enthält das Rescue-System neben den drei oben bereits erwähnten Kommandos zwei weitere Spezialkommandos:

`lsparts` liefert eine Liste aller Partitionen mit Angaben über das dort befindliche Dateisystem. (Die Ausgabe ist etwas übersichtlicher als `fdisk -l`.)

`drvinst` führt eine Hardware-Erkennung durch und lädt alle entsprechenden Kernel-Module (soweit diese im Rescue-System zur Verfügung stehen).

Um das Rescue-System zu verlassen, drücken Sie einfach **(Strg)+(Alt)+(Entf)**.

Anhang B

Red Hat 7.3

HINWEIS

Dieser Anhang beschreibt einige Besonderheiten bei der Installation und Verwendung von Red Hat 7.3.

Wie bereits im Vorwort erläutert, wurden die Kapitel 1 bis 27 auf der Basis von Red Hat 7.1 und 7.2 verfasst. Dieser Anhang wurde im Rahmen eines Nachdrucks des Buchs neu geschrieben. Eine vollständige Aktualisierung des gesamten Buchs im Hinblick auf Red Hat 7.3 war aber aus technischen Gründen nicht möglich.

Red Hat ist die wahrscheinlich populärste und am weitesten verbreitete Distribution im englischen Sprachraum. Eine ganze Reihe weiterer Distributionen sind von Red Hat abgeleitet. Dieser Anhang beschreibt die Installation sowie einige Besonderheiten der Red-Hat-Distributionen 7.1, 7.2 und 7.3 (Beta 2).

Zu den größten Stärken der Distribution zählt der transparente Umgang mit Mängeln und Sicherheitsproblemen. Sobald Schwierigkeiten mit einzelnen Paketen der Red-Hat-Distribution bekannt werden, finden Sie auf der Website von Red Hat entsprechende Warnungen und Hinweise, im Regelfall auch Updates der betroffenen Pakete. Auf diese Weise ist es möglich, ein Red-Hat-System relativ leicht auf dem aktuellen Stand zu halten.

Zur weitgehenden Automatisierung dieses Prozesses gibt es seit einiger Zeit das Programm Red Hat Network. Dieser Service erleichtert die Administration, ist allerdings kostenpflichtig und richtet sich insofern vor allem an kommerzielle Anwender.

Weniger gut sieht es bei den Konfigurationswerkzeugen, der Unterstützung moderner Hardware etc. aus. Vieles, was bei anderen Distributionen bereits komfortabel per Mausklick eingestellt werden kann, verlangt bei Red Hat noch immer die mühsame Veränderung von Konfigurationsdateien. Red Hat ist deutlicher als die anderen in diesem Anhang beschriebenen Distributionen als Server-Betriebssystem positioniert. Die Orientierung am Desktop-Anwender steht erst an zweiter Stelle.

Die FTP-Version von Red Hat ist kostenlos via Internet oder sehr kostengünstig bei verschiedenen Linux-CD-Versendern erhältlich (z. B. www.liniso.de). Daneben gibt es

mehrere kommerzielle Versionen, die sich durch ein größeres Software-Angebot (diverse Zusatz-CDs, die unter anderem mit kommerziellen Programmen und Demo-Versionen gefüllt sind), Handbücher und ein Support-Angebot auszeichnen.

Dieser Anhang beschreibt die kostenlos erhältliche FTP-Variante. Getestet wurde Version 7.3 Beta 2. Es ist nicht zu erwarten, dass es bei der endgültigen Version 7.3 noch einschneidende Änderungen gegenüber der Beta-Version gibt, aber es ist natürlich nicht ganz auszuschließen. Aktuelle Informationen zu Red Hat Linux finden Sie im Internet unter:

<http://www.redhat.com>

TIPP

Red-Hat-spezifische Informationen finden Sie nicht nur in diesem Anhang, sondern im gesamten Buch. Werfen Sie einen Blick in das Stichwortverzeichnis beim Schlagwort *Red Hat*!

Neu in Red Hat 7.3: Wenn man von den üblichen Versions-Updates (z. B. KDE 3) und vielen Detailverbesserungen einmal absieht, gibt es in Red Hat 7.3 nur wenig substanzielle Änderungen im Vergleich zur Vorgängerversion. Aus diesem Grund treffen die meisten der in diesem Kapitel zusammengefassten Informationen auch auf Red Hat 7.1 und 7.2 zu. (Zum Teil wird explizit darauf hingewiesen.)

Installation

VERWEIS

Dieser Abschnitt basiert auf Kapitel 2, das allgemeine Informationen über die Installation von Linux gibt.

Falls Ihnen die Red-Hat-Handbücher nicht in gedruckter Form zur Verfügung stehen, finden Sie sie auch im Internet (HTML/PDF):

<http://www.redhat.com/docs/>

Noch mehr Dokumentationsdateien finden Sie hier:

<ftp://ftp.redhat.com/pub/redhat/redhat-n/doc>

Installation starten: Wenn Sie ein modernes Mainboard bzw. BIOS besitzen, startet die Installation direkt von der CD-ROM. Ist das nicht der Fall, werfen Sie einen Blick auf Ihre BIOS-Einstellung: Womöglich ist das Booten von CD-ROMs deaktiviert!

Funktioniert die Installation direkt von der CD-ROM nicht, müssen Sie eine oder zwei Installationsdisketten erstellen. Die Vorgehensweise ist auf Seite 91 beschrieben. Die erforderlichen Image-Dateien finden Sie auf CD1 im Verzeichnis `images`.

Zum Start der Installation benötigen Sie zumindest eine Diskette, die Sie aus einer der drei folgenden Dateien erzeugen. (Diese Dateien stehen in mehreren Sprachen zur Auswahl, z. B. in Deutsch, Italienisch, Französisch etc.)

- `boot.img`: normale Installation von der CD-ROM
- `bootnet.img`: Installation, wenn sich die Installationsdaten im Netzwerk befinden
- `pcmcia.img`: Notebook-Installation


In vielen Fällen benötigen Sie darüber hinaus eine oder (selten) mehrere Disketten mit zusätzlichen Kernel-Modulen. Übliche Kombinationen sind `bootnet + drvnet` oder `pcmcia + pcmciadd`.

- `drvblock.img`: diverse Treiber für Festplatten, Dateisysteme etc.
- `drvnet.img`: zusätzliche Treiber für Netzwerkkarten
- `pcmciadd.img`: zusätzliche Treiber für PCMCIA-Karten
- `olddcdrom.img`: Treiber für sehr alte CD-ROM-Laufwerke

HINWEIS

Falls eine Installation von einem CD-ROM-Laufwerk unmöglich ist (z. B. bei einem Notebook ohne CD-ROM-Laufwerk) und auch keine Netzwerkverbindung besteht, können die Installationsdaten auch von der Festplatte gelesen werden. Das ist an sich nicht neu – neu ist aber seit Red Hat 7.1, dass das Installationsprogramm auf der Festplatte die ISO-Images erwartet. Damit ist diese Installationsvariante eigentlich nur noch praktikabel, wenn Sie eine schnelle Internet-Verbindung haben, um sich die entsprechenden Dateien herunterzuladen. Weitere Informationen finden Sie hier:

<http://www.redhat.com/docs/manuals/linux/RHL-7.1-Manual/release-notes/s1-install-changes.html>

Installationsformen: Egal ob die Installation von der Diskette oder von der CD-ROM gestartet wird, können Sie nun zwischen verschiedenen Installationsformen wählen: Mit  starten Sie ein grafisches Installationsprogramm, dessen Bedienung im Folgenden ausführlich beschrieben wird.

Vorweg aber noch einige Worte zu den anderen Installationsformen. Um diese Varianten zu nutzen, geben Sie einfach den entsprechenden Text (z. B. `lowres`) ein und drücken dann .

- `lowres` oder `nofb`: Auch bei diesen beiden Varianten wird die Installation im Grafikmodus durchgeführt, allerdings in geringer Auflösung oder mit einem anderen Verfahren zum Ansprechen der Grafikkarte. Die beiden Varianten sind sinnvoll, wenn Sie Probleme bei der Bildschirmdarstellung haben.
- `text` : Bei dieser Variante erfolgt die gesamte Installation im Textmodus. Das ist vorteilhaft bei Systemen mit wenig RAM oder bei Systemen mit Problemen im Grafikmodus.
- `expert` : Diese Variante empfiehlt sich, wenn es bereits beim anfänglichen Booten Probleme gibt. Diese Probleme können Sie unter Umständen umgehen, indem Sie einige Bootoptionen (Parameter) an den Kernel übergeben (siehe auch Seite 356. Die erforderliche Syntax lautet:

```
expert parameter1 parameter2 ...
```

Nachdem der Kernel mit diesen Parametern gestartet wurde, können Sie im Textmodus die Installationssprache und die Tastatur einstellen. Anschließend wird die Installation im Grafikmodus fortgesetzt.

- **linux rescue:** Bei dieser Variante wird ein so genanntes Rescue-System gestartet, also ein minimales Linux-System, mit dem Sie unter Umständen ein defektes Linux-System reparieren können (siehe Seite 1220).

HINWEIS

Wenn Sie Red Hat auf vielen gleichartigen Rechnern installieren möchten, bietet sich die Kickstart-Installationsvariante an. Sie ermöglicht eine unbeaufsichtigte Installation, bei der sämtliche Einstellungen aus einer entsprechenden Konfigurationsdatei entnommen werden. Das funktioniert natürlich nur, wenn vorher eine entsprechende Konfigurationsdatei erstellt und auf einer Bootdiskette oder im Netzwerk zur Verfügung gestellt wurde. Details zu dieser Installationsform finden Sie in einem eigenen Kapitel des *Red Hat Linux Customization Guide*.

TIPP

Auch wenn Sie im Grafikmodus installieren, können Sie mit **(Strg)+(Alt)+(Fn)** in mehrere Textkonsolen wechseln. Dort werden diverse Status- und Fehlermeldungen angezeigt. In der Textkonsole 2 können Sie selbst Kommandos ausführen (was aber nur für Linux-Profis von Interesse ist). **(Alt)+(F7)** führt in den Grafikmodus zurück.

CD-Test: Neu in Red Hat 7.3 ist die Möglichkeit, noch vor der Installation zu testen, ob die gesamte CD fehlerfrei gelesen werden kann. (Dabei wird eine Prüfsumme errechnet und mit der auf der CD gespeicherten Prüfsumme verglichen. Dieser Vorgang dauert relativ lange, weil alle Sektoren der CD gelesen werden. Gerade bei selbst gebrannten CDs oder Billig-CDs ist diese Methode aber ein ausgesprochen praktisches Hilfsmittel, um die Korrektheit der CD sicherzustellen.)

Anaconda: Wenn alles funktioniert, erscheint nach einigen Statusmeldungen im Textmodus das Installationsprogramm Anaconda im Grafikmodus und mit funktionierender Maus. Wenn die Maus nicht funktioniert, können Sie das Programm auch über die Tastatur bedienen. Dabei gelten die aus Windows bekannten Konventionen, d. h. Wechsel des gerade aktiven Eingabefelds durch **(Tab)** etc.

Sprache, Tastatur: In den folgenden Dialogen können Sie die Sprache des Installationsprogramms sowie das Tastaturlayout auswählen. **DISABLE DEAD KEYS** bedeutet, dass Tasten wie ☺ nicht zur Komposition von internationalen Zeichen verwendet werden sollen, sondern dass das betreffende Zeichen sofort erscheinen soll.

Installationstypen: Red Hat Linux unterstützt vier so genannte Installationstypen: *Workstation*, *Server*, *Laptop* und *Benutzerdefiniert*. Wenn Sie unsicher sind, entscheiden Sie sich für *Benutzerdefiniert*!

Neben diesen Installationstypen gibt es noch eine fünfte Variante: Falls Sie auf Ihrem Rechner bereits eine frühere Version von Red Hat Linux installiert haben, können Sie diese aktualisieren. (Lesen Sie aber die Warnung auf Seite 108!)

VORSICHT

Bei den Installationstypen *Workstation* und *Laptop* werden alle schon existierenden Linux-Partitionen gelöscht! Mit einer *Server*-Installation verlieren Sie außerdem auch alle anderen Partitionen (auch Windows-Partitionen) aller Festplatten! In beiden Fällen haben Sie keinen Einfluss auf die Größe der neuen Linux-Partitionen. Die beiden Installationsklassen eignen sich also in erster Linie zur raschen Installation von Linux auf neuen Rechnern.

Wenn auf Ihrem Rechner dagegen bereits andere Betriebssysteme oder Linux-Distributionen installiert sind, sollten Sie unbedingt den Installationstyp *Benutzerdefiniert* wählen! Die folgenden Informationen beziehen sich auf diesen Installationstyp.

Partitionierung der Festplatte: Sie können nun auswählen, ob das Installationsprogramm die Festplatte automatisch partitionieren soll oder ob Sie dies selbst erledigen möchten. Dazu stehen die Programme Disk Druid und *fdisk* zur Auswahl.

Empfehlenswert ist hier Disk Druid: Sie können damit vorhandene Partitionen löschen, ändern (d. h. einen Mount-Point angeben) und neue Partitionen anlegen. Mit ZURÜCKSETZEN können Sie die Partitionstabelle neu einlesen. Alle durchgeführten Einstellungen gehen damit verloren; es werden aber keine Veränderungen an den Festplatten vorgenommen.

Im Dialog zum Anlegen einer neuen Partition müssen Sie drei Informationen angeben: den Mount-Point (d. h. den Punkt, an dem die Partition in das Linux-Dateisystem integriert wird, üblicherweise /), den Typ des Dateisystems (*ext2* oder *swap*) und die gewünschte Größe der Partition. Ab Red Hat 7.2 kommt per Default das Dateisystem *ext3* zum Einsatz. Falls Sie mehrere Festplatten haben, auf denen noch freier Platz ist, müssen Sie auch angeben, auf welcher Festplatte die neue Partition erstellt werden soll.

Wenn es von einer früheren Linux-Installation schon Partitionen gibt, die Sie nutzen möchten, können Sie mit BEARBEITEN auch zu diesen Partitionen einen Mount-Point angeben.

HINWEIS

Sie können mit dem Disk Druid auch ein Software-RAID-System konfigurieren. Dazu erstellen Sie zuerst auf jeder Festplatte eine Partition mit dem Partitionstyp LINUX RAID. Anschließend verbinden Sie mit dem Button RAID ERSTELLEN diese Partitionen zu einem Dateisystem. Hintergründe und Grundlagen zu RAID finden Sie auf Seite 276. Details zur Red-Hat-RAID-Konfiguration finden Sie im *Customization Guide* bzw. hier:

<http://www.redhat.com/support/manuals/RHL-7.1-Manual/customization-guide/software-raid.html>

Falls sich die /-Partition außerhalb des 1024-Zylinder-Limits befindet, zeigt Red Hat eine Warnung an, dass es Probleme beim Booten geben kann. Bei Version 7.1 müssen Sie diese Warnung ernst nehmen (siehe auch Seite 98), ab Version 7.2 nicht mehr.

Anschließend bestätigen Sie, dass die Installationspartitionen auch formatiert werden sollen. (Schon vorhandene Linux-Partitionen dürfen natürlich nicht formatiert werden, wenn Sie die dort enthaltenen Daten weiter verwenden möchten!)

LILO/Bootdiskette (Red Hat 7.1): Im nächsten Dialog können Sie auswählen, ob Sie eine Bootdiskette erstellen und/oder LILO auf die Festplatte installieren möchten. Wenn auf Ihrem Rechner als einziges anderes Betriebssystem Windows 9x/ME installiert ist, sollte die LILO-Konfiguration eigentlich funktionieren. Dennoch meine Empfehlung: Erstellen Sie nur eine Bootdiskette, und deaktivieren Sie die Option für die LILO-Installation. Wenn Red Hat Linux stabil läuft und Sie gelernt haben, damit umzugehen, ist immer noch Zeit für die LILO-Installation. (Red Hat verwendet für die Bootdiskette übrigens SYSLINUX, nicht wie die meisten anderen Distributionen LILO.)

Wenn Sie LILO installieren, können Sie den Ort der Installation wählen (per Default wird der Master Boot Record der ersten Festplatte vorgeschlagen, dabei kann es zumeist bleiben). Außerdem können Sie angeben, ob Windows oder Linux als Defaultbetriebssystem gilt. Das Defaultsystem wird ohne Tastatureingabe automatisch gestartet. Zum Start des anderen Betriebssystems müssen Sie dagegen dessen Namen eintippen. Wählen Sie also das Betriebssystem, das Sie vermutlich öfter einsetzen werden.

VORSICHT

Red Hat 7.1 verwendet bei der LILO-Installation nicht die LBA32-Option. Daher gilt das 1024-Zylinder-Limit! Die Installation wird nur dann erfolgreich sein, wenn sich die Root- oder Bootpartition vollständig innerhalb der ersten 1024 Zylinder befindet. Wenn diese Voraussetzung nicht erfüllt ist, erstellen Sie eine Bootdiskette, starten Red Hat Linux damit und installieren LILO dann manuell mit der LBA32-Option.

GRUB/LILO (ab Red Hat 7.2): Ab Red Hat 7.2 gilt GRUB als Default-Boot-Loader (siehe auch Seite 346), LILO wird aber weiterhin unterstützt. Sie haben die Wahl! (Welches System Sie wählen, ist eher Geschmackssache. LILO ist gebräuchlicher, GRUB verhält sich dafür bei Systemveränderungen stabiler.)

Glücklicherweise bietet das Installationsprogramm für LILO jetzt endlich auch die LBA32-Option an. Falls Sie Linux auf eine große Festplatte installieren und LILO verwenden, sollten Sie diese Option aktivieren. (GRUB funktioniert auch ohne die Option.)

Als Installationsort für GRUB oder LILO steht entweder der Master Boot Record der ersten Festplatte oder die Root-Partition zur Auswahl. Die erste Variante bietet die üblichen Risiken (eventuell inkompatibel mit Windows NT/2000/XP). Die zweite Variante ist ungefährlich, hat jedoch den Nachteil, dass das System dann nur gestartet wird, wenn es sich bei der Partition um eine primäre Partition handelt und wenn die Partition (z. B. mit `fdisk`) zur Default-Partition gemacht wird.

Eine GRUB- oder LILO-Installation auf die Diskette sieht Red Hat leider weiterhin nicht vor. (Auch nach der Möglichkeit, eine Bootdiskette zu erzeugen, suchen Sie hier vergeblich; der Bootdisketten-Dialog folgt aber später noch, kurz vor dem Ende der Installation.)

Netzwerkconfiguration: Falls das Installationsprogramm eine Netzwerkkarte erkennt, erscheint ein Dialog für deren Konfiguration. Wenn sich Ihr Rechner in einem lokalen Netz mit DHCP-Server befindet, müssen Sie lediglich die DHCP-Option anklicken. Andernfalls müssen Sie die Netzwerkparameter (IP-Adresse, Rechnername etc.) manuell angeben. Erklärungen zu den Begriffen finden Sie ab Seite 587.

Firewall-Konfiguration: Hier können Sie angeben, wie Ihr Rechner vor fremdem Zugriff über das Netzwerk geschützt werden soll. Dazu wird ein IP-Paketfilter eingerichtet. (Hintergrundinformationen finden Sie ab Seite 828.)

Selbst wenn Ihr Rechner nicht Teil eines lokalen Netzwerks ist und nur gelegentlich via Modem/ISDN-Karte oder ADSL mit dem Internet verbunden ist, empfiehlt sich eine Firewall-Konfiguration, wobei die mittlere Sicherheitsstufe zumeist ausreichend ist. Dabei werden alle eingehenden Verbindungen zu allen Ports kleiner als 1023 sowie zu den Ports 2049 (NFS), 6000-6009 (X-Displays), 7100 (X-Font-Server) gesperrt.

Wenn Sie möchten, dass Ihr Rechner im lokalen Netz via `telnet`- oder `ssh` bedient werden kann bzw. als DHCP-, FTP-, HTTP- oder SMTP-Server dient, müssen Sie die Defaultregeln der Firewall modifizieren und die entsprechenden Optionen anklicken. Wenn Sie weitere IP-Ports öffnen möchten, können Sie diese in der Zeile `OTHER PORTS` angeben, etwa in der folgenden Form:

```
2049:tcp,2049:udp
```

Die Firewall-Einstellungen werden in der Datei `/etc/sysconfig/ipchains` gespeichert. Dieselben Einstellungen können im laufenden System auch mit dem Programm `lokit` durchgeführt werden (siehe auch Seite 837).

Beachten Sie bitte, dass die Firewall-Konfiguration zwar die Sicherheit erhöht, aber unter Umständen auch Probleme mit diversen Netzwerkfunktionen (Drucken im Netz, NFS etc.) verursacht.

Sprachauswahl: Hier geben Sie an, welche Sprache als Defaultsprache für Menüs, Fehlermeldungen etc. dienen soll. (Im Listenfeld oben stehen nur die Sprachen zur Auswahl, deren Optionen in der Sprachliste unten aktiviert wurden.) Außerdem geben Sie an, ob weitere Sprachen installiert werden sollen. (Das hat den Vorteil, dass Sie die Defaultsprache später problemlos ändern können. Wenn Sie als Standardsprache Deutsch auswählen, dann sollten Sie zumindest noch die Alternative Englisch installieren.)

Zeitzone: Hier geben Sie an, in welcher Zeitzone Sie sich befinden und ob die Systemuhr die lokale Zeit oder die UTC-Standardzeit verwendet.

Konto konfigurieren: Unter diesem merkwürdigen Titel geben Sie das Root-Passwort an. Außerdem können Sie mehrere User-Logins definieren. Sie sollten zumindest einen Login anlegen, damit Sie Ihre ersten Experimente mit Red Hat Linux nicht als `root` durchführen müssen. Vergessen Sie nicht, Ihre Eingabe mit dem Button `HINZUFÜGEN` zu bestätigen.

Authentifizierung: Hier werden Sie gefragt, ob Sie Shadow-Passwörter verwenden möchten (das ist sicherer) und ob Sie MD5-Passwörter verwenden möchten (das erlaubt

Passwörter mit bis zu 256 Zeichen statt des sonst gültigen Limits von acht Zeichen). Im Regelfall sollten Sie beide Optionen in der Defaulteinstellung (aktiviert) lassen.

Weitere Optionen betreffen NIS (zentrale Verwaltung gemeinsamer Passwörter im lokalen Netz), LDAP (zentrale Verwaltung diverser Ressourcen im lokalen Netz) und Kerberos (ein sicheres Authentifizierungsverfahren im lokalen Netz). Ab Red Hat 7.2 steht als zusätzliches Authentifizierungsverfahren noch Samba zur Auswahl. Das ermöglicht es, auf einen Samba-Passwort-Server zuzugreifen. Alle diese Dienste sind per Default deaktiviert. Aktivieren Sie sie nur dann, wenn Sie wissen, dass sich in Ihrem Netzwerk ein Server für diese Dienste befindet.

Auswahl von Paketgruppen: Als Nächstes erfolgt die Auswahl der zu installierenden Paketgruppen. Bei Red Hat 7.3 stehen folgende Punkte zur Auswahl:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| * Drucker-Support | Anonymer FTP-Server (wu-ftp) |
| Klassisches X Window System | SQL-Datenbank-Server (PostgreSQL) |
| * X Window System | Web-Server (Apache) |
| Laptop-Support | Router/Firewall |
| * GNOME | DNS Nameserver |
| * KDE | Workstation für Netzwerkmanagement |
| * Sound- und Multimedia-Support | Authoring und Publizieren (TeX) |
| * Netzwerk-Support | * Emacs |
| * Support für den Verbindungsaufbau | * Dienstprogramme |
| * Datentransfer und Web Tools | Applikations-Support |
| Grafik und Bildverarbeitung | Software-Entwicklung |
| News-Server | Kernel-Entwicklung |
| NFS-Server | * Kompatibilität mit Windows |
| Windows-Dateiserver (Samba) | Spiele und Unterhaltung |

Die Bedeutung der meisten Gruppen sollte klar sein. X WINDOW SYSTEM enthält alle Pakete aus KLASSISCHES X WINDOW SYSTEM, aber zusätzlich noch einige neuere Bibliotheken. Der SUPPORT FÜR DEN VERBINDUNGSaufbau bezieht sich auf Werkzeuge zur Modem- und ISDN-Konfiguration. Zu den DIENSTPROGRAMMEN zählen Programme wie xpdf und efax (Fax-Programm). APPLIKATIONS-SUPPORT betrifft die Installation von Bibliotheken zur Ausführung von KDE1-, KDE2-, OpenMotif-Programmen etc. KOMPATIBILITÄT MIT WINDOWS sollte auch keine zu großen Hoffnungen wecken – gemeint ist damit die Installation von Programmen wie wine oder mtools.

Wenn Sie die mit * markierten Gruppen auswählen, haben Sie eine recht solide Grundkonfiguration (Platzbedarf etwa 1,2 GByte). Falls Sie bei der Serienauswahl die Option EINZELNE PAKETE AUSWÄHLEN aktivieren, können Sie anschließend einzelne Pakete der diversen Serien gezielt aktivieren bzw. deaktivieren. Generell macht es allerdings wenig Sinn, während der Installation eine Menge Zeit in die Paketauswahl zu investieren – nachdem die Installation einmal geglückt ist, können Sie dazu immer noch die Tools rpm oder gnorpm verwenden.

Die Zusammensetzung der Serien wird durch die Datei `RedHat/base/comps` auf der Installations-CD-ROM gesteuert. Diese Textdatei enthält eine Liste aller Pakete, die pro Serie installiert werden. Die Textdatei kann eine wertvolle Hilfe sein, wenn Sie später zusätzliche Pakete installieren möchten: `gnorpm` kennt nämlich keine Paketgruppen wie das Installationsprogramm, sondern zeigt alle zur Verfügung stehenden Pakete in einer anderen, ziemlich unübersichtlichen Hierarchie an.

Grafikkarte: Das Installationsprogramm versucht, die Grafikkarte zu erkennen. Normalerweise gelingt das, und Sie müssen die Angaben lediglich bestätigen. Die weitere Konfiguration des Grafiksystems erfolgt später.

Falls Sie sowohl KDE als auch Gnome installiert haben, können Sie eines dieser Systeme als Default-Desktop wählen. Die Option `LOGIN-TYP` gibt an, ob der Login in das System später im Textmodus oder im Grafikmodus (mit `gdm` oder `kdm`) erfolgen soll. Wenn Sie den Grafikmodus erfolgreich getestet haben, ist der grafische Login eleganter. Falls es Probleme gibt, ist ein Text-Login aber sicherer und wartungsfreundlicher.

Installation durchführen: Erst jetzt (d. h. sobald Sie in diesem Dialog den Button `WEITER` anklicken) beginnt die eigentliche Installation. Das Installationsprogramm formatiert die dafür vorgesehenen Partitionen und kopiert die Programmpakete von den CD-ROMs auf die Festplatte. Ein Protokoll der Installation wird in der Datei `/tmp/install.log` gespeichert.

Bootdiskette: Nach der Installation aller Pakete haben Sie die Möglichkeit, eine Bootdiskette zu erstellen. (Intern wird dazu `SYSLINUX` verwendet.) Diese Möglichkeit sollten Sie auf jeden Fall nutzen. Auch die `LILO/GRUB`-Installation auf die Festplatte wird jetzt durchgeführt, falls Sie vorher eine entsprechende Konfiguration durchgeführt haben.

Konfiguration des Monitors und des Grafikmodus: Bei modernen Monitoren gelingt es dem Installationsprogramm zumeist, den Monitor automatisch zu erkennen. Wenn das nicht gelingt und Ihr Monitor nicht in der langen Monitorliste enthalten ist, wählen Sie ein `GENERIC`-Modell und geben für die Horizontalfrequenz (Zeilenfrequenz) und die Bildwiederholrate die für Ihren Monitor gültigen Werte an.

Im nächsten Dialog können Sie die gewünschte Grafikauflösung und Farbanzahl auswählen und testen. Der Test des Grafikmodus wird automatisch nach zehn Sekunden beendet. (Das ist vor allem dann praktisch, wenn kein stabiles Bild zustande kommen sollte.)

Weiters haben Sie die Wahl, welches Desktop-System Sie per Default verwenden möchten (KDE oder Gnome, natürlich nur, wenn beide installiert wurden) und ob beim Rechnerstart der Login im Grafik- oder im Textmodus erfolgen soll.

Neustart: Damit ist die Installation abgeschlossen, der Rechner wird (mit der Bootdiskette oder per `LILO` bzw. `GRUB` von der Festplatte) neu gestartet. Denken Sie daran, die Installations-CD aus dem Laufwerk zu nehmen.

KDE-Login: Wenn Sie sich das erste Mal unter KDE einloggen, erscheint ein so genannter Einrichtungsassistent, mit dem Sie die Sprache und das Aussehen der Benutzeroberfläche einstellen können (siehe Seite 546).

Konfigurationswerkzeuge

Der größte Mangel von Red Hat Linux ist ohne Zweifel die unvollständige, inkonsistente und bisweilen chaotische Sammlung an Konfigurationswerkzeugen. Die Situation war in Red Hat 7.1 besonders unerfreulich. Da hatte sich Red Hat entschlossen, dem bisher favorisierten Universal-Konfigurationswerkzeug `linuxconf` den Stempel 'deprecated' (obsolet) aufzudrücken, ohne aber gleichwertigen Ersatz zu schaffen. In den Versionen 7.2 und 7.3 sind dann eine Reihe neuer Konfigurationswerkzeuge dazugekommen, sodass es mittlerweile zumindest für die meisten elementaren Konfigurationsaufgaben brauchbare Tools gibt.

Die folgende Tabelle zählt die wichtigsten Konfigurationswerkzeuge von Red Hat 7.3 auf. Beachten Sie, dass Sie die Programme unter Umständen erst installieren müssen. (Programme aus den Versionen 7.1 und 7.2, die in Version 7.3 nicht mehr zur Verfügung stehen, sind in Klammern gesetzt.)

Netzwerk

Netzwerkconfiguration	<code>neat, netconfig (netcfg)</code>
Modem	<code>neat, internet-druid, kppp (rp3-config)</code>
ISDN	<code>neat, internet-druid (isdn-config)</code>
ADSL	<code>neat, internet-druid</code>
FTP-Server	<code>kwuftp</code>
Mail-Server umstellen	<code>redhat-switchmail</code>
Drucker-Spooler umstellen	<code>redhat-switch-printer</code>
Firewall	<code>lokkit, gnome-lokkit, firewall-config</code>
Init-V und <code>xinetd</code>	<code>serviceconf, chkconfig</code>

Hardware

Hardware-Browser	<code>hwbrowser</code>
Hardware-Erkennung	<code>kudzu</code>
Tastatur (Textmodus)	<code>kbdconfig</code>
Maus (Textmodus)	<code>mouseconfig</code>
X Window System	<code>Xconfigurator</code>
Soundkarte	<code>sndconfig</code>
Drucker	<code>printtool</code>

Sonstiges

Control-Panel	<code>kontrol-panel, setup (Text-Modus)</code>
Benutzerverwaltung	<code>redhat-config-user</code>
Benutzerrechte	<code>kapabilities</code>
Authentifizierung	<code>authconfig</code>

Datum, Zeit	redhat-config-date, timeconfig, dateconfig
Sprache (Lokalisierung)	locale_config
Bootdiskette	mkbootdisk
Default-Desktop	switchdesk
Paketmanager	gnorpm, rpm
Update-Manager	up2date
Kernel-Runtime-Konfiguration	sysctlconfig-gtk

Red Hat bietet zurzeit keine komfortablen Konfigurationswerkzeuge zur Partitionierung der Festplatten (verwenden Sie `parted` oder `fdisk`), zur Verwaltung des Dateisystems (verändern Sie `/etc/fstab` mit einem Editor) sowie zur Konfiguration von LILO oder GRUB. Zur LILO-Konfiguration können Sie zur Not das Modul `SYSTEM|BOOT-MANAGER` des KDE-Kontrollzentrums verwenden, dieses ist aber alt und kennt bei weitem nicht alle Optionen von `lilo`. (Insbesondere fehlt die `lba32`-Option. Tragen Sie die Option selbst in `/etc/lilo.conf` ein!)

Die meisten der oben aufgezählten Programme wurden bereits im Verlauf dieses Buchs beschrieben – werfen Sie einen Blick in das Stichwortverzeichnis! Dieser Anhang stellt einige der verbleibenden Programme kurz vor.

kontrol-panel: Einen recht guten Überblick über die zur Auswahl stehenden Konfigurationswerkzeuge gibt das Programm `kontrol-panel` (siehe Abbildung B.1). Das Programm basiert auf der QT-Bibliothek, kann aber auch unter Gnome verwendet werden. Seit Red Hat 7.3 befindet es sich in einem eigenen Paket (`kontrol-panel`), vorher war es im `kdeadmin`-Paket untergebracht. Beachten Sie, dass ein einfacher Mausklick zum Start ausreicht! (Manche Konfigurationsprogramme brauchen einige Sekunden, bis sie auf dem Bildschirm erscheinen.)

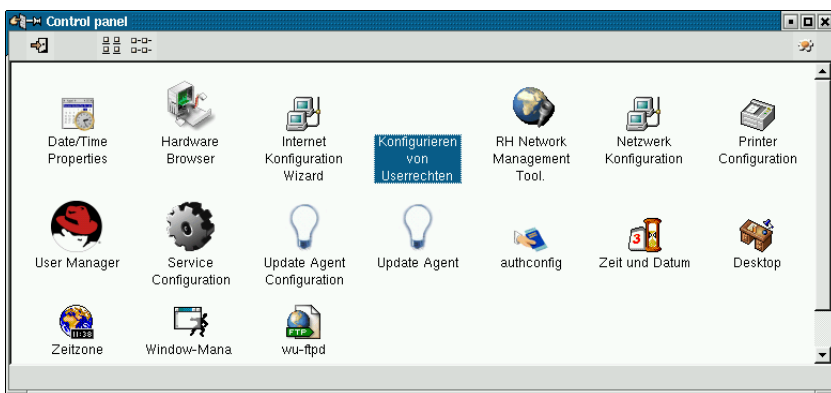


Abbildung B.1: Das Red-Hat-Kontrollzentrum

Genau genommen handelt es sich bei `kontrol-panel` nur um eine hübsche Sammlung von Icons zum Start anderer Programme, deren Aussehen stark variiert. Die Palette reicht von textorientierten Werkzeugen bis hin zu modernen KDE- und Gnome-Anwendungen.

(Es sind aber nicht alle der oben aufgezählten Konfigurationswerkzeuge im `control-panel` enthalten!)

`control-panel` kann nicht nur von `root`, sondern auch von gewöhnlichen Benutzern gestartet werden. Vor dem Start der meisten Konfigurationswerkzeuge fordert das Programm aber zur Eingabe des `root`-Passworts auf.

capabilities: Seit Red Hat 7.3 können Sie durch das Programm `capabilities` (Modul KONFIGURIEREN VON BENUTZERRECHTEN) steuern, wer welche administrativen Aufgaben durchführen darf, d. h. wer Pakete installieren darf, wer die Zeit ändern darf, wer `shutdown` durchführen kann etc. (Normalerweise darf nur `root` alle diese Aufgaben erledigen. Das führt in der Praxis oft dazu, dass eine Menge Personen das `root`-Passwort kennen, was natürlich nicht erstrebenswert ist.)

Die Einstellungen werden in den Dateien des Verzeichnisses `/etc/pam.d` gespeichert. Sie gelten nur, wenn das Konfigurationsprogramm mit dem dort vorgesehenen Namen oder über `control-panel` gestartet wird. Wenn Sie beispielsweise dem Benutzer `abc` das Recht einräumen, die Einstellung der Zeit zu verändern, dann wird das in der Datei `/etc/pam.d/dateconfig` gespeichert. Der Benutzer `abc` kann nun `dateconfig` starten, ohne wie sonst üblich das `root`-Passwort angeben zu müssen. (Der Start des gleichwertigen Programms `redhat-config-date` oder des Konsolenprogramms `timeconfig` ist dagegen weiterhin nur für `root` möglich!)

Paketmanager

Verwaltung bereits installierter Pakete: Als Paketmanager sieht Red Hat das Programm `gnorpm` vor (siehe Abbildung B.2). Nach dem Start zeigt `gnorpm` alle installierten Pakete an. Die Pakete werden dabei hierarchisch geordnet.

Einzelne Pakete können durch Mausklick ausgewählt werden. (**Strg**) bzw. (**Shift**) plus Maus erweitert die Auswahl, wie unter Windows gewohnt. (Sie können sogar mehrere Pakete gleichzeitig markieren, die sich in unterschiedlichen Hierarchien befinden. Das passiert oft unbeabsichtigt – also Vorsicht beim Deinstallieren! Verwenden Sie `UNSELECT`, um die bisherige Auswahl ganz aufzulösen.)

Tip

Wenn Sie ein Paket nicht finden können, aber sicher sind, dass es installiert ist, können Sie die Einordnung in die Hierarchie auch mit `rpm` ermitteln. `rpm -qi perl` liefert beispielsweise die Kurzbeschreibung des installierten Perl-Pakets. Die Zeile `group` gibt Auskunft darüber, wie Perl eingeordnet ist (nämlich unter `Development/Languages`). Die in `gnorpm` angezeigte Hierarchie hat übrigens nichts mit den Serien (`components`) zu tun, die während der Erstinstallation zur Auswahl stehen!

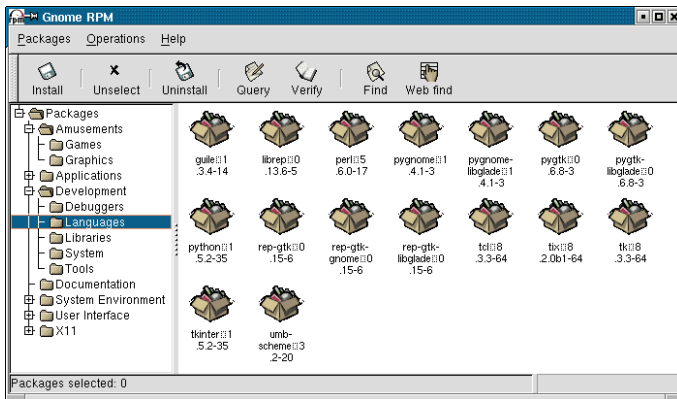


Abbildung B.2: gnorpm gruppiert die Pakete nach Kategorien.

Auf selektierte Pakete können Sie drei Operationen anwenden: UNINSTALL, QUERY und VERIFY. UNINSTALL löscht einfach alle Dateien des Pakets. QUERY zeigt eine Liste aller Dateien dieses Pakets an. Mit VERIFY können Sie feststellen, ob irgendwelche Dateien gegenüber der Installation verändert wurden oder gar fehlen. gnorpm bietet aber leider keine Möglichkeit an, einzelne Dateien nachzuinstallieren. Sie können lediglich das ganze Paket de- und anschließend neu installieren.

In bereits installierten Paketen können Sie mit FIND nach Dateinamen, Abhängigkeiten etc. suchen. (Das Kommando hilft beispielsweise dabei festzustellen, welches Paket eine bestimmte Datei zur Verfügung stellt.)

Pakete von einer CD installieren: Um zusätzliche Pakete der Red-Hat-Installations-CD zu installieren, führen Sie zuerst `mount` aus und klicken dann den INSTALL-Button an. gnorpm füllt jetzt einen hierarchischen Baum mit den auf der CD befindlichen Dateien. Per Default werden nur die Pakete der CD-ROM angezeigt, die momentan nicht installiert sind. Es können aber auch alle Pakete angezeigt werden – oder nur solche, die neuer sind als bereits installierte Pakete gleichen Namens. Leider gibt es keine Möglichkeit, um die Baumansicht abzustellen (um einfach nur eine alphabetische Liste aller Pakete anzuzeigen) oder um nach Dateien zu suchen.

TIPP

Die Verzeichnisse, in denen nach *.rpm-Dateien gesucht wird, können mit OPERATIONS|PREFERENCES|INTERFACE eingestellt werden. Bei Red-Hat-CDs befinden sich diese Pakete üblicherweise im Verzeichnis RedHat/RPMS.

Sie können jetzt einzelne Pakete zur Installation markieren und mit INSTALL installieren. Zum Update eines schon vorhandenen Pakets klicken Sie den Button UPGRADE an.

Wenn gnorpm entdeckt, dass bei der Installation Paketabhängigkeiten verletzt würden, zeigt es eine entsprechende Warnung an. Sie können nun selbst die entsprechenden Pakete zur Installation auswählen und es nochmals versuchen. (Falls sich die Pakete auf einer anderen CD befinden, müssen Sie gnorpm verlassen, die CD wechseln, gnorpm wieder

starten etc. Dass ausgerechnet der Erfinder des rpm-Formats keinen besseren Paketmanager anbietet, ist enttäuschend. Dass das auch bequemer geht, beweisen die Programmierer bei Mandrake und SuSE schon seit Jahren. Dort ist die automatische Auflösung von Paketabhängigkeiten samt der Aufforderung zum Einlegen der gerade richtigen CD eine Selbstverständlichkeit.)

Pakete aus dem Internet installieren: Mit WEBFIND können Sie im Internet nach Red-Hat-Paketen suchen und diese dann installieren oder wahlweise nur die Paketdatei auf Ihre Festplatte übertragen. gnorpm erstellt dazu beim ersten Start eine Liste aller verfügbaren Pakete. Je nach der Geschwindigkeit Ihrer Internet-Verbindung kann das einige Zeit dauern. Die Liste bleibt automatisch 14 Tage lang gültig. Der Ort der Datenbank wird mit OPERATIONS|PREFERENCES|RPMFIND eingestellt. Die Defaulteinstellung lautet <http://www.redhat.com/RDF>.

Tip

Falls bei der Übertragung des Pakets oder bei dessen Installation ein Fehler auftritt, wird die Fehlermeldung in der Statuszeile des gnorpm-Hauptfensters angezeigt und nicht etwa im RPMFIND-Dialog.

Update-Manager

Zu den meisten Distributionen stehen im Internet bereits Updates, bevor die Distribution im Handel ist. Diese Updates beheben Fehler und Sicherheitsmängel, die nach Fertigstellung der Distribution bekannt geworden sind. Red-Hat-Updates finden Sie im Internet unter der folgenden Adresse:

<http://www.redhat.com/apps/support/updates.html>

Der einfachste, aber auch unbequemste Weg zur Aktualisierung Ihrer Distribution besteht darin, die erforderlichen RPM-Pakete auf Ihren Rechner herunterzuladen und dann mit `rpm -U` zu installieren.

Up2date: Wenn Sie die Rechneraktualisierung einfacher und bequemer durchführen möchten, bietet sich das Programm `up2date` an (siehe Abbildung B.3). Vor der ersten Verwendung des Programms müssen Sie mit `rhn_register` eine Registrierung durchführen. Dabei geben Sie einen Account-Namen, Ihre E-Mail-Adresse und einige weitere Daten an. `rhn_register` stellt dann eine Verbindung zum Red-Hat-Server her und überträgt die Eckdaten Ihrer Konfiguration (insbesondere die Liste aller Pakete, die auf Ihrem Rechner installiert sind). Die Account-Informationen werden in `/etc/sysconfig/rhn/*` gespeichert. (Einige Konfigurationseinstellungen für `up2date` können Sie später mit `up2date-config` verändern.)

Nun können Sie `up2date` starten. Nach einer anfänglichen Konfiguration stellt dieses Programm bei jedem Start eine Verbindung zum Internet her und überprüft, ob es zu den momentan installierten Paketen aktualisierte Versionen gibt. Das dauert nur beim ersten Mal relativ lange, später müssen nur noch die seither aufgetretenen Änderungen ermittelt werden.

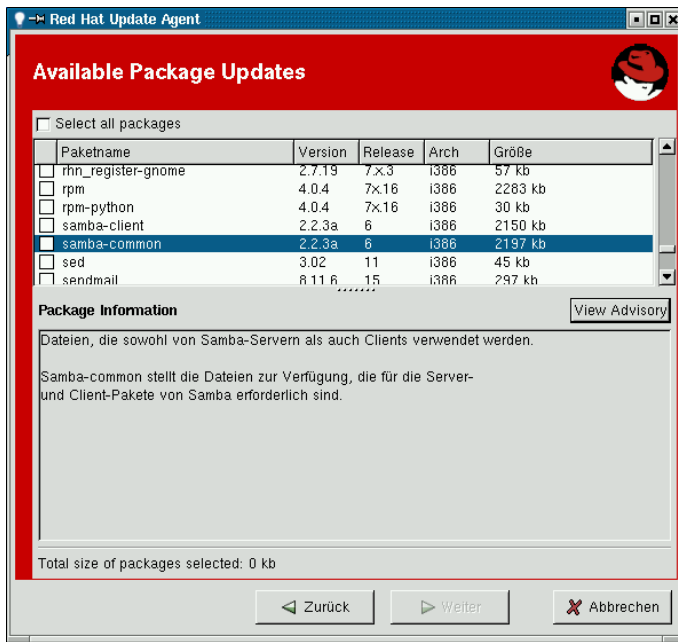


Abbildung B.3: Software-Aktualisierung mit up2date

Die resultierende Liste wird nun in zwei Teilen angezeigt: Im ersten Dialog PACKAGES FLAGGED TO BE SKIPPED werden Pakete angezeigt, deren Aktualisierung möglicherweise Probleme verursachen kann. (Das betrifft unter anderem Kernel-Updates.) Im zweiten Dialog AVAILABLE PACKAGE UPDATES werden alle weiteren Pakete angezeigt, die sich üblicherweise problemlos aktualisieren lassen.

In beiden Dialogen brauchen Sie jetzt nur noch die zu aktualisierenden Pakete anzuklicken. up2date kümmert sich dann um die Übertragung der Pakete und um deren Installation. Soweit ich es getestet habe, werden Netzwerkdienste anschließend automatisch neu gestartet, sodass die Aktualisierung auch wirksam wird.

Die übertragenen Pakete werden in `/var/spool/up2date` zwischengespeichert, nach der Aktualisierung aber automatisch gelöscht. Wenn Sie möchten, dass die Pakete (etwa für das Update weiterer Rechner) dort bleiben sollen, müssen Sie dies in `up2date-config` angeben.

Red Hat Networks (RHN): Der Update-Service ist ein Bestandteil des relativ komplexen (man könnte auch sagen: vollkommen unübersichtlichen) Systems *Red Hat Networks*. Der Basis-Update-Service ist für einen Rechner kostenlos, weitergehende Dienste müssen aber bezahlt werden. Weitere Informationen über RHN finden Sie unter:

<https://rhn.redhat.com>

<https://rhn.redhat.com/help/>

<http://www.redhat.com/docs/manuals/RHNetwork/ref-guide/>

Nachdem Sie mit `rhn_register` die `up2date`-Konfiguration durchgeführt haben, können Sie sich auf der RHN-Website mit Ihrem `up2date`-Account-Namen und -Passwort einloggen und sich dort über zur Verfügung stehende Updates informieren, eine weitergehende Konfiguration Ihres RHN-Accounts durchführen etc. Sofern auf Ihrem Rechner der Hintergrundprozess `rhnsd` läuft (siehe unten), können Sie über diese Website sogar die gesamte Update-Administration durchführen!

Update-Dämon: Sobald `up2date` konfiguriert ist, stellt der Hintergrundprozess `rhnsd` regelmäßig (per Default: alle zwei Stunden) eine Verbindung zum Red-Hat-Server her und überprüft, ob mittlerweile neue Updates zur Verfügung stehen.

`rhnsd` ermittelt per Default nur Informationen, führt aber keine Updates durch. Auf der RHN-Website können Sie aber Updates als so genannte SCHEDULED ACTIONS registrieren. Dadurch erreichen Sie, dass `rhnsd` beim nächsten Verbindungsaufbau ein entsprechendes Update selbstständig durchführt. Sie können so die Update-Administration für Ihren Red-Hat-Rechner fernsteuern. (Alle Updates werden in `/var/log/up2date` protokolliert, unabhängig davon, ob sie automatisch via `rhnsd` oder manuell via `up2date` durchgeführt werden.)

Laut RHN-Dokumentation müsste es eine Möglichkeit geben, alle neuen Updates immer sofort und automatisch durchzuführen. Ich habe eine entsprechende Einstellmöglichkeit aber weder in `up2date-config` noch in den zahlreichen Konfigurationsseiten der RHN-Website gefunden. Soweit ich es beurteilen kann, muss jedes Update entweder manuell durch das Programm `up2date` durchgeführt werden oder es muss auf der RHN-Website zur nächstmöglichen Durchführung markiert werden. (Immerhin können Sie sich von allen neu erscheinenden Updates automatisch per E-Mail informieren lassen.)

Beachten Sie bitte, dass `rhnsd` alle zwei Stunden versucht, eine Internet-Verbindung herzustellen. Wenn Sie eine Dial-On-Demand-Internet-Verbindung eingerichtet haben, kann das teuer werden! Das Aktualisierungsintervall kann in `/etc/sysconfig/rhn/rhnsd` eingestellt werden. Wenn Sie `rhnsd` ganz abschalten möchten, führen Sie die beiden folgenden Kommandos aus:

```
root# /etc/init.d/rhnsd stop
root# chkconfig rhnsd off
```

Eine Alternative zu `up2date` ist das Programm Red Carpet des Ximian-Systems (siehe Seite 575). Das Programm funktioniert ähnlich wie `up2date` (bietet aber keine Möglichkeiten zur Fernwartung). Der Hauptnachteil besteht darin, dass die auf diese Weise installierten Paketversionen nicht mehr mit den Red-Hat-Versionen zusammenpassen. Aus diesem Grund kann es Probleme geben, wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt ein Update auf die nächste Red-Hat-Version durchführen möchten.

Red-Hat-Besonderheiten

Handbücher: Die Red-Hat-FTP-Version enthält keine Manuals. Sie können sich die Handbücher aber im HTML- oder PDF-Format vom Red-Hat-Server herunterladen. Insgesamt stehen dort vier Handbücher zur Auswahl: *Installation Guide*, *Getting Started Guide*, *Customization Guide* und *Reference Guide*.

<http://www.redhat.com/docs/manuals/linux>

Dokumentation zu installierten Paketen: Zu fast allen installierten Paketen finden Sie im folgenden Verzeichnis umfassende Dokumentationsdateien:

`/usr/share/doc/paketname`

Führen Sie zur Suche nach Dokumentationsdateien eventuell auch `rpm -qd paketname` aus!

Umgang mit CD-ROMs und Disketten: Per Default werden das CD-ROM- und das Diskettenlaufwerk über die folgenden Namen angesprochen:

CD-ROM-Laufwerke: `/mnt/cdrom`, `/mnt/cdrom1` etc.

Disketten-Laufwerk: `/mnt/floppy`

Wenn Sie unter KDE oder Gnome arbeiten, werden CD-ROMs beim Einlegen automatisch in das Dateisystem eingebunden. Außerdem wird das Programm oder Script `autorun` ausgeführt, falls es eine derartige Datei auf der CD-ROM gibt. Diese `Autorun`-Funktion ist für KDE und Gnome unterschiedlich realisiert. Details dazu (und Tipps, wie Sie diesen Unfug abstellen können) finden Sie auf Seite 251.

Orte der Pakete auf den CD-ROMs: Auf den Installations-CDs finden Sie die Pakete (RPM-Dateien) im folgenden Verzeichnis:

`RedHat/RPMS`

usermount/userinfo/userpasswd: Diese drei X-Programme helfen den normalen Benutzern (also nicht `root`) bei häufig vorkommenden administrativen Arbeiten: bei dem Einbinden/Abmelden von CD-ROM- und Diskettenlaufwerken (sofern in `/etc/fstab` die Option `user` verwendet wurde), bei dem Verändern der Benutzerinformationen inklusive der gewünschten Default-Shell und schließlich bei der Veränderung des eigenen Passworts.

Windows-NT-Dateisysteme: Aus schwer nachvollziehbaren Gründen fehlt bei Red Hat Linux das Kernel-Modul zum Lesen von Windows-NT-Partitionen. Wenn Sie Windows-NT-Partitionen unter Linux lesen möchten, müssen Sie den Kernel neu kompilieren.

Sicherheitsabfragen für root bei mv und rm: Wenn Sie als `root` arbeiten, erscheinen bei der Ausführung von `mv` und `rm` ständig Sicherheitsabfragen, ob Sie die Operation wirklich durchführen möchten. Diese Sicherheitsabfragen hören auf, wenn Sie die `alias`-Anweisungen aus `~/ .bashrc` entfernen.

Emacs-Konfiguration für root: Wenn Sie einen neuen Benutzer anlegen, wird automatisch die Datei `/etc/skel/.emacs` in das neue Heimatverzeichnis kopiert. Nur für root hat Red Hat vergessen. Kopieren Sie die Datei also selbst dorthin:

```
root# cp /etc/skel/.emacs ~
```

Konfigurationsdateien: Konfigurationsdateien haben bei Red Hat meistens den Namen `/etc/paketname/configdatei` (während bei anderen Distributionen oft einfach `/etc/configdatei` üblich ist).

Netzwerkdienste: Aus Sicherheitsgründen bleiben die meisten Netzwerkdienste nach einer Installation inaktiv. Selbst wenn sie installiert werden, sind sie meist nicht aktiv. Zur Aktivierung müssen Sie normalerweise einen der beiden folgenden Schritte ausführen:

Bei `xinetd`-Diensten laden Sie die Datei `/etc/xinetd.d/name` und ändern die Zeile `disable=yes` in `disable=no`. Anschließend führen Sie das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/xinetd reload
```

Bei eigenständigen Netzwerkdämonen führen Sie dagegen das folgende Kommando aus:

```
root# /etc/init.d/daemonname start
```

Damit der Start in Zukunft automatisch funktioniert, ist dieses Kommando erforderlich:

```
root# chkconfig --level 35 daemonname on
```

Notfall/Recovery

Linux mit der Installations-CD starten: Wenn die LILO- oder GRUB-Installation versagt hat und Sie keine Bootdiskette besitzen (oder diese defekt ist), können Sie Linux mit der Installations-CD starten. Alles, was Sie dazu wissen müssen, ist der Device-Name der Root-Partition. Sobald der Startbildschirm erscheint, geben Sie folgendes Kommando ein (wobei Sie `/dev/hdb13` durch den Namen Ihrer Root-Partition ersetzen). Die leere `initrd`-Option ist notwendig, weil sonst das Installationsprogramm gestartet wird. Beachten Sie, dass während der Eingabe das US-Tastaturlayout gilt (siehe Seite 97).

```
linux initrd= root=/dev/hdb13
```

Diese Bootmethode funktioniert nur, wenn der Boot-Kernel der Installations-CD alle erforderlichen Module hat. Probleme gibt es, wenn sich die Root-Partition auf einer SCSI-Platte befindet, wenn Sie ein anderes Dateisystem als `ext2` verwenden etc.

Selbst wenn der Linux-Start gelingt, passt leider der Installations-Kernel nicht mit den Modulen in `/lib/modules/` zusammen. Aus diesem Grund können keine Kernel-Module verwendet werden, weswegen eine Menge relativ elementarer Funktionen nicht zur Verfügung stehen. So fehlen beispielsweise Treiber für Netzwerkkarten, Module für diverse Dateisysteme etc. Dennoch reicht das Notfallsystem aus, um gemäß der Anleitung

auf Seite 327 eine LILO-Bootdiskette zu erzeugen. Das unten kurz beschriebene Kommando `mkbootdisk` funktioniert leider nicht!

Bootdiskette erstellen: Das Kommando `mkbootdisk` erzeugt eine Bootdiskette auf der Basis von SYSLINUX.

```
root# mkbootdisk --device /dev/fd0 2.4.18-0.13
```

Die Kernel-Versionsnummer muss mit dem Namen eines Verzeichnisses in `/lib/modules` übereinstimmen. Das Kommando funktioniert allerdings nur, wenn eine ganze Reihe von Kernel-Modulen geladen werden kann.

GRUB/LILO-Installation: Red Hat sieht keine Konfigurationswerkzeuge zur Konfiguration bzw. Installation von LILO oder GRUB vor. Ausführliche Informationen zur manuellen Installation finden Sie ab Seite 316.

Rescue-System: Sie können die Installations-CD auch dazu verwenden, um ein so genanntes Rescue-System zu starten. Dabei handelt es sich um ein minimales, autonomes Linux-System, mit dem Sie beispielsweise Reparaturarbeiten durchführen können. (Das gelingt natürlich nur, wenn Sie sich mit Linux gut auskennen.) Dazu geben Sie im Startbildschirm der Installations-CD das folgende Kommando ein:

```
linux rescue
```

Anschließend wählen Sie die gewünschte Sprache und das Tastaturlayout aus. Das Rescue-System versucht nun, Ihre Systempartition unter dem Verzeichnis `/mnt-/sysimage` zu mounten. Außerdem wird die Umgebungsvariable `PATH` so eingestellt, dass Sie Programme der meisten `/bin`-Verzeichnisse der Systempartition direkt starten können. (Allerdings wird `LD_LIBRARY_PATH` nicht ebenfalls verändert, weswegen der Start vieler Programme aufgrund fehlender Bibliotheken nicht gelingt.)

Anschließend gelangen Sie in eine Shell, in der Sie beispielsweise einzelne Dateien verändern können. (Als Editoren stehen `vi` und `pico` zur Verfügung.) Wenn Sie fertig sind, können Sie das Rescue-System mit `exit` verlassen und Ihren Rechner anschließend neu starten.

Anhang C

SuSE 8.0

HINWEIS

Dieser Anhang beschreibt einige Besonderheiten der Installation und Verwendung von SuSE 8.0.

Wie bereits im Vorwort erläutert, wurden die Kapitel 1 bis 27 auf der Basis von SuSE 7.2 bzw. 7.3 verfasst. Dieser Anhang wurde im Rahmen eines Nachdrucks des Buchs neu verfasst. Eine vollständige Aktualisierung des gesamten Buchs im Hinblick auf SuSE 8.0 war aber aus technischen Gründen nicht möglich.

SuSE ist die im deutschen Sprachraum am weitesten verbreitete Linux-Distribution. Zu ihren wesentlichen Vorzügen zählen:

YaST (Yet another Setup Tool): Dieses Programm ist das zentrale Installations-, Konfigurations- und Administrationsprogramm von SuSE. Es ist mittlerweile derart ausgereift, dass Sie in einfachen Anwendungsfällen keine einzige Konfigurationsdatei jemals selbst verändern müssen.

Paketangebot: So manches Programm, das Sie sonst erst mühsam im Internet oder auf anderen Linux-CDs suchen müssen, ist integrativer Bestandteil von SuSE und kann jederzeit installiert werden. Die Professional-Version der SuSE-Distribution besteht zurzeit aus weit mehr als tausend vorkonfigurierten Paketen.

Handbücher: In die sehr praxisnahen Handbücher sind offensichtlich auch die Erfahrungen aus der Support-Abteilung eingeflossen – selten finden Sie so viele konkrete und hilfreiche Tipps zu den unterschiedlichsten Hard- und Software-Problemen!

Versionen: Es gibt eine ganze Reihe unterschiedlicher SuSE-Linux-Versionen. Die zwei populärsten sind die Personal Version (drei CDs) und die Professional Version (sieben CDs und eine DVD). Die Unterschiede im Lieferumfang betreffen vor allem Spezial- und Server-Software, die nur bei der Professional Version mitgeliefert wird. Diese Version bietet auch ein etwas besseres Support-Angebot und mehr Handbücher.

Daneben gibt es einige relativ teure Spezialversionen (Enterprise Server, Groupware Server, Firewall-CD etc.) sowie eine kostenlose Evaluationsversion, die ein Ausprobieren von

SuSE-Linux ermöglicht. Derartige CDs liegen immer wieder Zeitschriften und Büchern bei.

Bei den Evaluations-CDs gibt es wiederum zwei Varianten: So genannte Live-Evaluations-CDs ermöglichen keine richtige Installation, sondern können nur direkt von einem CD-Laufwerk aus gestartet werden. Installations-Evaluations-CDs (wie die dem Buch beiliegende CD) sind dagegen vollwertige Installations-CDs, die sich nur durch den viel geringeren Paketumfang von den kommerziellen Versionen unterscheiden. Im Gegensatz zu den meisten anderen Distributionen gibt es bei SuSE aber keine kostenlose FTP-Version.

Neben den Intel-kompatiblen Varianten gibt es SuSE Linux auch für eine Reihe anderer Plattformen: Alpha-AXP, PowerPC, IA-64 und IBM S/390. Die SuSE-Distributionen werden zwar in Deutschland entwickelt, stehen aber auch in anderen Sprachen zur Verfügung.

Die Basis für diesen Anhang war die Professional Version 8.0 für Intel-kompatible Prozessoren. Aktuelle Informationen zu SuSE Linux finden Sie im Internet unter:

<http://www.suse.de>
<http://www.suse.com>

Neu in SuSE 8.0: SuSE 8.0 unterscheidet sich von den Vorgängerversionen 7.*n* nicht nur durch neue Software-Versionen (z. B. KDE 3), sondern auch durch einige wesentliche Punkte:

- Die meisten Konfigurationseinstellungen befinden sich nicht mehr in `/etc/rc.config`-Dateien, sondern in Dateien im Verzeichnis `/etc/sysconfig`.
- Zur Installation und Konfiguration steht nur noch YaST2 zur Verfügung. Das ältere `yast` wird nicht mehr unterstützt (und auch gar nicht mehr mitgeliefert). Eine Nebenwirkung dieses Konzeptwechsels besteht darin, dass SuSE Linux nun endgültig für Uralt-PCs ungeeignet ist. Die Minimalanforderung für die YaST2-Installation im Textmodus beträgt 48 MByte RAM. (Aus diesem Grund wird in diesem Anhang nicht mehr zwischen YaST1 und YaST2 unterschieden. YaST bedeutet hier YaST2.)

Auch sonst müssen SuSE 7.*n*-Fans von vielen gewohnten Merkmalen Abschied nehmen – werfen Sie auch einen Blick auf Seite 1239, wo weitere Besonderheiten von SuSE 8.0 beschrieben werden. Viele der Änderungen ergeben sich daraus, dass SuSE sich bemüht, die Vorgaben der LSB (Linux Standard Base, siehe <http://www.linuxbase.org/>) so gut wie möglich einzuhalten.

Installation starten

VERWEIS

Dieser Abschnitt basiert auf Kapitel 2, das allgemeine Informationen über die Installation von Linux gibt. Falls Ihnen die SuSE-Handbücher nicht in gedruckter Form zur Verfügung stehen, finden Sie zumindest das Referenzhandbuch auch im Internet:

`ftp://ftp.suse.com/pub/suse/i386/current/docu`

Voraussetzungen: Zur Installation von SuSE 8.0 müssen mindestens 64 MByte RAM zur Verfügung stehen (48 MByte, wenn Sie die Installation im Textmodus durchführen.) Falls Sie eine Uralt-CPU verwenden (486 oder früher), muss die CPU mit einem arithmetischen Coprozessor ausgestattet sein.

Installationsstart: Zum Start legen Sie die CD-ROM 1 oder die DVD des SuSE-Pakets in das CD-ROM-Laufwerk ein und starten den Rechner neu. Unmittelbar nach dem Rechnerstart erscheint eine Begrüßungsseite. Dort können Sie in einem Menü zwischen vier Punkten auswählen. (Wenn Sie fünf Sekunden lang keine Cursor-Taste drücken, wird die erste Variante automatisch ausgewählt.)

- **INSTALLATION:** Damit beginnt die normale Installation mit YaST, wobei die Installationsdateien von der CD oder DVD gelesen werden. Mit den Tasten (F2), (F3), (F4) und (F5) können Sie auswählen, ob YaST im Textmodus oder im Grafikmodus mit einer Auflösung von 640*480, 800*600 oder 1024*768 Punkten ausgeführt werden soll. (1024*768 Punkte gelten als Defaulteinstellung, sofern das Installationsprogramm mit der Grafikkarte zurecht kommt.)
- **INSTALLATION – SAFE SETTINGS:** Der Menüpunkt startet ebenfalls die normale YaST-Kernel-Installation. Der Unterschied zum ersten Menüpunkt besteht in drei zusätzlichen Kernel-Optionen, die bei manchen Rechnern Hardware-Probleme vermeiden:

<code>ide=nodma:</code>	deaktiviert den DMA-Modus für alle Laufwerke
<code>apm=off:</code>	deaktiviert die APM-Funktionen des Kernels (APM steht für <i>Advanced Power Management</i> , siehe auch Seite 468)
<code>acpi=off:</code>	deaktiviert die ACPI-Funktionen des Kernels (ACPI steht für <i>Advanced Configuration and Power Management</i> , siehe auch Seite 469)

Sie sollten diese Variante ausprobieren, wenn der Rechner während der Installation einfach stehen bleibt bzw. abstürzt.

- **INSTALLATION – APIC ENABLED:** Auch dieser Menüpunkt startet die YaST-Installation. Im Unterschied zu den beiden vorigen Varianten werden dabei spezielle Interrupt-Funktionen aktiviert, die aber bei manchen Pentium-4-Mainboards Kompatibilitätsprobleme verursachen. (APIC ermöglicht es, Interrupts einer bestimmten CPU zuzuordnen und ist daher vor allem für Multi-Prozessor-Systeme (SMP) wichtig.)

- **MANUAL INSTALLATION:** Diesen Menüpunkt sollten Sie wählen, wenn die normale Installation mit den obigen Varianten versagt, wenn Sie die Installationsdaten nicht von einer CD lesen können oder wenn Sie vor dem Beginn der Installation manuell Kernel-Module aktivieren möchten. Die Menüführung ist allerdings ein wenig unübersichtlich, weil es hier ziemlich viele Varianten gibt.

Nach einigen Statusmeldungen können Sie im Textmodus die Sprache und das Tastaturlayout auswählen. Anschließend gelangen Sie in das HAUPTMENÜ, wo Sie Hardware-Informationen über Ihr System lesen und manuell Kernel-Module laden können.

Der Menüpunkt INSTALLATION führt zu einem weiteren Menü, in dem Sie z. B. ein so genanntes Rettungssystem (*rescue system*) starten können. Wenn Sie sich hier abermals für INSTALLATION entscheiden, können Sie auswählen, welches Quellmedium verwendet werden soll: das CD-ROM-Laufwerk, eine Festplatte, auf die Sie vorher die Installationsdateien kopiert haben, oder ein Netzwerkverzeichnis (wahlweise NFS oder *Windows share* bzw. Samba).

Nun wird das Installationsprogramm YaST von der angegebenen Quelle gestartet. Bei der automatischen Hardware-Erkennung fragt das Installationsprogramm bei jedem Kernel-Modul, ob das Modul tatsächlich geladen werden soll.

Es erscheint nun ein weiteres Menü, in dem Sie die Auswahl zwischen einer Neuinstallation (die wie die unten beschriebene gewöhnliche Installation vor sich geht), einem Update eines bereits vorhandenen SuSE-Systems oder dem Start eines bereits installierten Linux-Systems haben. Bei der dritten Variante ermittelt das Programm automatisch eine Liste der in Frage kommenden Partitionen und gibt sogar an, welche SuSE-Versionen dort installiert sind.

- **RESCUE SYSTEM:** Hierbei handelt es sich um ein Notfallsystem, mit dem Sie eine schon vorhandene Linux-Installation reparieren können (siehe Seite 1244).
- **MEMORY TEST:** Damit können Sie überprüfen, ob Ihr RAM zuverlässig funktioniert. Das Programm läuft endlos und zeigt gegebenenfalls defekte Speicherorte an. (Wenn Sie Hardware-Probleme haben, sollten Sie das Programm einfach eine Nacht lang laufen lassen. Wenn dabei keine Schwierigkeiten auftreten, wissen Sie zumindest, dass an den Problemen nicht Ihr Speicher schuld ist.)
- **BOOT INSTALLED OS:** Damit wird die Auto-Run-Funktion der CD beendet. Stattdessen wird der Bootsektor der Festplatte ausgeführt, um den Rechner normal zu starten. Der Menüpunkt ist *nicht* dazu geeignet, ein Linux-System zu starten, wenn LILO nicht funktioniert oder Sie Ihre Bootdiskette nicht mehr finden – dazu müssen Sie MANUAL INSTALLATION auswählen (siehe oben).

Kernel-Bootoptionen: Egal, ob Sie sich für INSTALLATION oder MANUAL INSTALLATION entscheiden, Sie können in der Eingabezeile zusätzliche Kernel-Parameter angeben (z. B. wenn es Probleme bei der korrekten Erkennung Ihres RAMs gibt – siehe auch Seite 356).

Installationsstart per Diskette: Funktioniert die Installation direkt von der CD-ROM nicht, müssen Sie eine oder zwei Installationsdisketten erstellen (siehe Seite 91). Die er-

forderlichen Image-Dateien finden Sie auf der CD 1 bzw. auf der DVD im Verzeichnis `disks`.

Im Regelfall benötigen Sie zwei Disketten: `bootdisk` enthält den Initialisierungsteil des Installationsprogramms, und `modules1` enthält die Kernel-Module für USB und für verschiedene Dateisysteme (z. B. ReiserFS).

In ganz seltenen Fällen (z. B. bei sehr alter Hardware) müssen Sie statt `bootdisk` die Datei `i386` verwenden. Je nach Hardware kann es auch sein, dass Sie zusätzliche Kernel-Module benötigen: `modules2` enthält SCSI- und RAID-Treiber sowie Treiber für sehr alte CD-ROM-Laufwerke. `modules3` enthält Treiber für Netzwerk- und PCMCIA-Karten sowie für FireWire-Hardware.

Installation im Grafikmodus durchführen

Von nun an wird vorausgesetzt, dass Sie die Installation im Grafikmodus durchführen (egal, auf welche Weise Sie das Installationsprogramm gestartet haben). Der erste Schritt besteht darin, die Sprache des Installationsprogramms einzustellen. Nach einer kurzen Systemanalyse können Sie sich entscheiden, ob Sie SuSE 8.0 neu installieren möchten, ein Update durchführen möchten oder ein bereits installiertes Linux-System starten möchten. (Ein Update ist nur möglich, wenn auf dem Rechner eine frühere SuSE-Version installiert ist. Lesen Sie aber die Warnung auf Seite 108!)

Für den Modus `NEUINSTALLATION` schlägt YaST selbstständig den kompletten Installationsablauf vor. Wenn Sie damit einverstanden sind, klicken Sie einfach auf `ÜBERNEHMEN` und los geht's. (Eigentlich hätte sich SuSE diese Idee als 'One-Click-Linux-Installation' gleich patentieren lassen müssen ...) Es empfiehlt sich allerdings, die Details des Installationsvorschlags zuerst in Ruhe durchzulesen. In vielen Fällen ist es sinnvoll, einige dieser Details zu verändern! (Dies betrifft insbesondere die Booteinstellung!)

Im Folgenden werden einige Details des Installationsvorschlags sowie mögliche Änderungsstrategien beschrieben. Zur Änderung wählen Sie einfach den entsprechenden Punkt in der Zusammenfassung mit der Maus oder durch `(Tab)` aus.

Tastatur: YaST schlägt das zur Installationssprache passende Tastaturlayout vor. Sie können aber ein anderes Layout aus einer Liste mit über 20 Varianten auswählen.

Maus: YaST erkennt die angeschlossene Maus im Regelfall selbstständig (auch die meisten Radmäuse). Wenn das nicht klappen sollte, können Sie Ihr Modell aus einer Liste von ca. 20 Varianten auswählen. (Etwas ungewohnt ist dabei die Bezeichnung `Aux-Schnittstelle`. Gemeint ist die `PS/2-Schnittstelle`.)

Partitionierung: Wenn genug unpartitionierter Platz auf einer Festplatte frei ist, empfiehlt YaST, eine Swap-Partition ca. in der doppelten RAM-Größe sowie eine möglichst große Root-Partition mit dem `Reiserfs`-Dateisystem anzulegen. Wenn Sie andere Vorstellungen haben, was die Anzahl der Partitionen, deren Größe, deren Dateisystem oder de-

ren Ort auf der Festplatte betrifft, müssen Sie den Vorschlag entweder ganz verwerfen oder ändern.

Durch **ÄNDERN** gelangen Sie direkt in den Partitionseditor (siehe unten, Stichwort Expertenmodus). Dort können Sie die von YaST markierten Partitionen ändern, löschen, durch andere ersetzen etc.

Mit **VERWERFEN** gelangen Sie dagegen zuerst in eine Optionsliste aller gefundenen Festplatten. Wenn Sie eine dieser Festplatten auswählen, legt YaST im noch freien Bereich dieser Festplatte selbstständig eine Root- und eine Swap-Partition an. Sie haben aber keinen Einfluss auf die Größe der neuen Partitionen. (Vorher können Sie gegebenenfalls vorhandene Partitionen löschen, um Platz zu schaffen. Falls eine Windows-9x-Partition die gesamte Festplatte füllt, können Sie mit dem so genannten Resizer versuchen, diese Partition ohne Datenverlust zu verkleinern.)

Für fortgeschrittene Linux-Anwender ist es zu empfehlen, nicht eine Festplatte auszuwählen, sondern die Option **ERWEITERTE EINSTELLUNGEN, MANUELLE PARTITIONIERUNG**. Damit gelangen Sie im nächsten Schritt in einen sehr komfortablen Partitionseditor. Dort können Sie vorhandene Partitionen löschen und neue Partitionen anlegen.

Festplatte vorbereiten, Expertenmodus: Dieser Programmteil ermöglicht es Ihnen, neue Partitionen auf allen Festplatten anzulegen. Windows 9x-Partitionen können mit dem Button **FAT-GRÖSSE ÄNDERN** verkleinert werden.

Sie können auch Partitionen löschen oder bereits vorhandene Partitionen nutzen. Klicken Sie dazu auf den Button **BEARBEITEN**, und geben Sie den gewünschten Mount-Punkt an (z. B. `/`). Wahlweise können Sie die Partition auch formatieren – damit gehen alle darin enthaltenen Daten verloren.

YaST unterstützt die Linux-Dateisysteme `ext2`, `ext3`, `jfs`, `reiserfs` und `xfs`. (Per Default wird `reiserfs` eingesetzt. Ich habe eine Testinstallation mit `ext3` und eine mit `reiserfs` durchgeführt – beide verliefen problemlos.)

Auf den Festplatten vorhandene Windows-Partitionen werden automatisch in den Verzeichnissen `/windows/X` eingebunden (natürlich ohne diese Partitionen zu formatieren). Wenn Sie das nicht möchten, löschen Sie mit **BEARBEITEN** den Text im Dialogfeld **MOUNTPUNKT**.

Für Linux-Profis bietet der Expertenmodus einige Besonderheiten: So ist es möglich, eine bereits vorhandene `/etc/fstab`-Datei zu nutzen oder bereits während der Installation ein LVM- bzw. ein RAID-System einzurichten. Hintergrundinformationen zu LVM und RAID finden Sie auf den Seiten 280 und 274.

Software-Auswahl: Per Default wird ein Standardsystem mit KDE 3 und StarOffice 5.2 (aber ohne Gnome, KOffice, Emacs, \LaTeX und Gimp) eingerichtet. Dieses beansprucht bei einem ReiserFS-Dateisystem ca. 1,3 GByte auf der Root-Partition.

Als Varianten stehen ein minimales System (ohne X/KDE) oder eine Standardinstallation ohne Office-Pakete zur Auswahl. Mit dem Button **ERWEITERTE AUSWAHL** können Sie (ausgehend von der gewählten Option) einige Software-Gruppen hinzufügen:

Multimedia-Tools, Spiele, Entwicklerwerkzeuge, Server-Komponenten, zusätzliche KDE-Anwendungen, GNOME etc. YaST zeigt dabei an, wie viel freier Platz auf Ihrer Festplatte nach der Installation ungefähr noch verfügbar sein wird.

Mit dem Button **KOMMERZIELLE SOFTWARE** können Sie einige Programme auswählen, die zwar kostenlos mitgeliefert werden (zum Teil nur als Demo-Versionen), die aber nicht im Sinne der GPL frei sind bzw. nicht im Quellcode vorliegen. Empfehlenswert sind hier insbesondere der PDF-Viewer *acroread* und das Bildverarbeitungsprogramm *xv*. Die Auswahl von Paketen erfolgt durch einen Doppelklick mit der Maus.

Der Button **EINZELNE ANWENDUNGEN AUSWÄHLEN** führt zu einem ähnlichen Dialog, mit dem bei jedem der unzähligen Software-Pakete bestimmt werden kann, ob es installiert werden soll oder nicht.

Booten: Bei diesem Punkt geht es darum, wie Linux gestartet wird. Per Default schlägt YaST im Regelfall *booten von 1. IDE /dev/hda* vor. Das bedeutet, dass LILO in den MBR der ersten Festplatte installiert wird. Wie in Abschnitt 2.10 ab Seite 89 beschrieben wurde, funktioniert dieses Verfahren zwar meistens, aber nicht immer.

Meine Empfehlung lautet daher seit Jahren, während der Installation nur eine Bootdiskette zu erzeugen und LILO erst dann in den MBR zu installieren, wenn sichergestellt ist, dass Linux an sich funktioniert. (Diese Vorgehensweise stellt sicher, dass die LILO-Installation zur Not rückgängig gemacht werden kann.)

VORSICHT

Mein Misstrauen gegenüber jeglicher LILO-MBR-Installation während der Linux-Installation hat durch SuSE 8.0 neue Nahrung erhalten. Die LILO-Installationsroutine von SuSE 8.0 enthält einen schweren Fehler, aufgrund dessen der Start von Windows anschließend meist unmöglich ist. Bei meinem Testrechner hat das Installationsprogramm als Windows-Startpartition beispielsweise */dev/hdc1* verwendet, obwohl */dev/hda1* richtig gewesen wäre.

Um den Fehler zu beheben, müssen Sie den Rechner unter Linux starten, dort */etc/lilo.conf* in einen Editor laden, das Device für die Windows-Partition richtig angeben (bei der die Zeile *other=/dev/xxx* vor der Zeile *label=windows*) und anschließend das Kommando *lilo* ausführen. Diesen Ärger ersparen Sie sich, wenn Sie eine Bootdiskette erstellen.

Der Fehler ist auch in der SuSE-Support-Datenbank dokumentiert:

http://sdb.suse.de/de/sdb/html/fhassel_windows_not_booting.html

Zeitzone: Hier können Sie angeben, in welcher Zeitzone sich Ihr Rechner befindet.

Sprache: Hier können Sie angeben, welche Sprache im installierten System gelten soll. (Per Default wird hier dieselbe Sprache gewählt, in der die Menü- und Hilfetexte von YaST angezeigt werden.)

Installation durchführen: Sobald Sie mit allen Einstellungen einverstanden sind, klicken Sie den Button **ÜBERNEHMEN** an. Nach einer nochmaligen Rückfrage beginnt die Installation. (Bis jetzt ist also noch nichts passiert!)

TIPP

Schreiben Sie sich vorher den Namen der Root-Partition auf – z. B. `/dev/hda8`. Wenn es später Probleme geben sollte, brauchen Sie diese Information!

Nun werden die neuen Partitionen eingerichtet und formatiert. Anschließend werden alle elementaren Pakete von den CD-ROMs auf die Festplatte kopiert. Außerdem wird LILO auf eine Diskette oder auf die Festplatte geschrieben.

Benutzerverwaltung: In den zwei folgenden Schritten müssen Sie das Root-Passwort angeben und können einen Benutzer-Login erstellen.

Bildschirmeinstellung: Das Installationsprogramm versucht nun, Ihren Monitor zu erkennen. Gelingt dies nicht, müssen Sie das Modell oder eine äquivalente Einstellung selbst auswählen (Hersteller 'VESA').

YaST schlägt jetzt die Auflösung und Bildwiederholfrequenz für den Grafikmodus vor. Diese Angaben können Sie einfach übernehmen oder in einem eigenen Dialog verändern und testen. (Die Bildwiederholfrequenz kann nur so hoch eingestellt werden, wie dies die technischen Daten des Monitors zulassen.)

Anschließend können Sie die gewünschte Auflösung und Farbanzahl für XFree86 angeben. Die Einstellungen können nun mit einem Testbild überprüft und dann bestätigt werden (**KONFIGURATION SPEICHERN**). Wenn Ihr Monitor kein stabiles Bild anzeigt, drücken Sie (Esc), um zurück zu YaST zu gelangen.

SuSEconfig: Nun wird das Programm SuSEconfig ausgeführt, um diverse interne Konfigurationsdateien zu erstellen und zu synchronisieren. Das dauert einige Zeit.

Hardware-Konfiguration: Wenn Sie möchten, können Sie die folgenden Punkte vorerst überspringen und erst nachdem erfolgreichen Abschluss der Installation durchführen. (Dazu starten Sie einfach das Programm `yast`.)

- **Netzwerkschnittstellen:** Hier können Sie eine Netzwerkkarte konfigurieren und Linux an ein lokales Netzwerk anschließen. YaST sollte Ihre Karte automatisch erkennen. Anschließend können Sie entweder DHCP wählen (automatische Konfiguration, sofern es im lokalen Netz einen DHCP-Server gibt) oder die Daten (IP-Adresse, Gateway etc.) manuell eingeben.
- **Drucker:** YaST versucht, den Drucker automatisch zu erkennen – das funktioniert aber nicht immer (und auf jeden Fall nur, wenn der Drucker angeschlossen und eingeschaltet ist!). Wählen Sie das Modell gegebenenfalls selbst aus, wählen Sie das gewünschte Papierformat, und führen Sie einen Testdruck durch.

Bei manchen Druckern stehen unterschiedliche Druckertreiber zur Auswahl, je nach dem, ob Sie einen hochauflösenden Fotodruck, einen schnellen Schwarz-Weiß-Ausdruck etc. durchführen möchten. Sie müssen sich hier für *eine* Variante entschei-

den. Um mehrere Varianten parallel nutzen zu können, müssen Sie den Drucker mehrfach konfigurieren.

Beachten Sie, dass Netzwerkdrucker zu diesem Zeitpunkt noch nicht getestet werden können, weil das Netzwerk noch nicht aktiv ist (auch dann nicht, wenn Sie die Netzwerkkarte schon konfiguriert haben). Warten Sie daher mit der Installation von Netzwerkdruckern, bis der Rechner läuft.

- **Modem/ISDN:** Falls Sie ein Modem oder eine ISDN-Karte haben, können Sie hier die Hardware- und Internet-Konfiguration durchführen.
- **Sound- und TV-Karte:** Wenn YaST Ihre Sound-Karte erkennt (was oft der Fall ist), wird diese automatisch konfiguriert. Auch sonst ist die Konfiguration meist unkompliziert. Gleiches gilt für eine eventuell vorhandene TV-Karte, sofern sie von Linux unterstützt wird.

Damit ist die Installation abgeschlossen. Es erscheint eine Login-Box, und Sie können sofort zu arbeiten beginnen.

Konfiguration

SuSE bietet nur ein einziges Konfigurationsprogramm, dessen Wirkungsbereich aber beinahe allumfassend ist und mit jeder Version noch größer wird: YaST (*Yet another Setup Tool*).

HINWEIS

In früheren SuSE-Versionen gab es zwei YaST-Versionen, das ältere YaST (nur im Textmodus) und die moderne Variante YaST2 (sowohl im Grafik- als auch im Textmodus verwendbar). Seit der Version SuSE 8.0 wird das ältere YaST allerdings nicht mehr mitgeliefert.

YaST kann wahlweise über das KDE-Startmenü oder durch ein Kommando gestartet werden: Mit `yast` arbeiten Sie im Textmodus, mit `yast2` im Grafikmodus.

HINWEIS

YaST verändert die SuSE-spezifischen Konfigurationsdateien im Verzeichnis `/etc/sysconfig/`. Beim Verlassen des Programms werden diese Dateien mit den restlichen Konfigurationsdateien des Systems durch den Aufruf von `SuSEconfig` synchronisiert.

YaST besteht aus einer Sammlung von Einzelmodulen für beinahe jeden Zweck: Drucker-, Benutzer-, und Paketverwaltung, Konfiguration des Netzwerks, des Modems, der ISDN-Karte, der ADSL- oder T-DSL-Verbindung, der Sound-Karte, LILO-Konfiguration, Erstellung von Bootdisketten, Spracheinstellung, Auswahl der Zeitzone, Anzeige aller Hardware-Komponenten etc. (siehe Abbildung C.1). Beachten Sie, dass Sie die YaST-Module auch über das KDE-Kontrollzentrum nutzen können. Beachten Sie auch, dass der Start mancher Module ziemlich lange dauert.

Neue YaST-Module: Viele YaST-Module wurden im Verlauf dieses Buchs bereits beschrieben, sodass hier nicht die Notwendigkeit besteht, diese Informationen zu wiederholen.

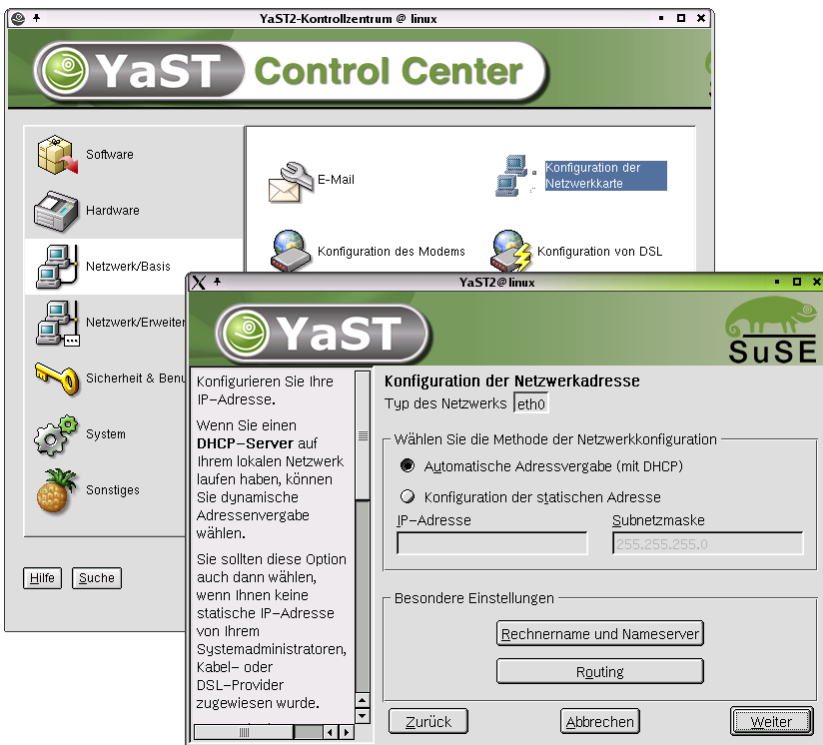


Abbildung C.1: Das Konfigurationsprogramm YaST

(Werfen Sie einen Blick in das Stichwortverzeichnis, Schlagwort *SuSE* bzw. *YaST*!) An dieser Stelle finden Sie einige Informationen über Module, die seither neu hinzugekommen sind oder die sich wesentlich verändert haben.

Hardware|Partitionierer: Dieses Modul entspricht dem Partitionseditor, der auch während der Installation zur Verfügung steht (Expertenmodus, siehe Abbildung C.2). Sie können damit nicht nur die Partitionierung der Festplatte verändern, sondern auch LVM- und RAID-Partitionen einrichten. (Für LVM gibt es darüber hinaus ein eigenes Modul, siehe unten. Es bietet zwar im Wesentlichen dieselben Funktionen wie die LVM-Dialoge des Partitionseditors, ist aber vor allem bei der Verwaltung eines LVM-Systems etwas übersichtlicher.)

Hardware|Scanner: Das Modul versucht, einen angeschlossenen SCSI- oder USB-Scanner automatisch zu erkennen. Gelingt dies nicht, muss das Modell aus einer Liste ausgewählt werden. YaST ändert daraufhin die SANE-Konfigurationsdateien. Zum Ausprobieren können Sie nun einen Test-Scan durchführen. Wenn dieser Scan gelingt, kann der Scanner mit diversen Linux-Programmen (*xsane*, *kooka* etc.) problemlos verwendet werden.

Das Scanner-Konfigurationsmodul erscheint automatisch, wenn ein USB-Scanner erstmals an den Rechner angeschlossen wird. Die Konfiguration meines Scanners (Epson Per-

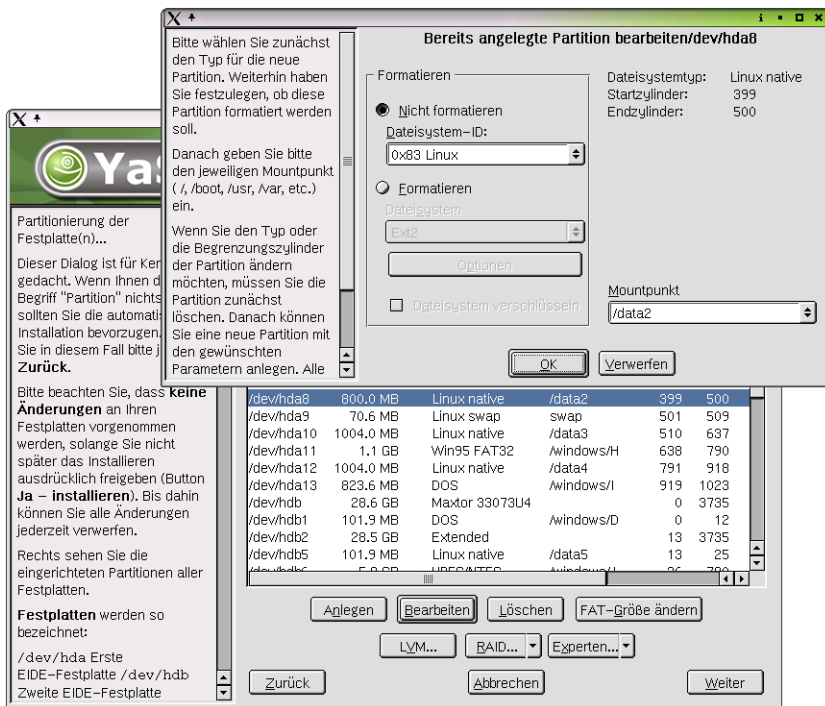


Abbildung C.2: Der Partitionseditor von YaST

fection 1240U) gelang damit in weniger als einer Minute. Damit war die Inbetriebnahme dieses Scanners unter SuSE 8.0 erheblich einfacher als unter Windows 2000.

Hardware|TV-Karte: Falls Sie eine TV-Karte besitzen, können Sie diese hier konfigurieren. YaST erkennt die Karte im Regelfall selbst, andernfalls müssen Sie zuerst Ihre Karte und dann den Tunertyp aus einer Liste auswählen.

Hardware|Grafikkarte und Monitor: Dieses Modul ermöglicht Ihnen, einige grundlegende Einstellungen des Grafikmodus (Auflösung, Farbanzahl, Bildwiederholfrequenz, 3D-Unterstützung) zu verändern. Wenn Sie darüber hinausgehende Einstellungen ändern möchten, müssen Sie das Programm `sax2` einsetzen.

Sicherheit & Benutzer|Einstellungen zur Sicherheit: Mit diesem Modul können Sie zwischen drei Sicherheitsstufen wählen und diese anschließend selbst modifizieren. Die Einstellungsmöglichkeiten sind relativ elementar und betreffen nur die Verwaltung von Benutzern, Gruppen und Passwörtern, das Recht, den Rechner herunterzufahren, etc. Das Modul kümmert sich aber *nicht* um die Absicherung von Netzwerkdiensten!

Sicherheit & Benutzer|Firewall: Dieses Modul hilft bei der Konfiguration von `SuSE-firewall2`. (Das ist der auf `iptables` basierende Nachfolger des auf Seite 838 vorgestellten `SuSEfirewall`.) Die Konfiguration erfolgt in vier Schritten: Im ersten Schritt geben Sie an, welche Netzwerkschnittstellen abgesichert werden sollen (im Regelfall nur

die, über die die Verbindung zum Internet hergestellt wird). Im zweiten Schritt geben Sie an, welche lokalen Dienste von außen zugänglich sein sollen. (Alle anderen Dienste werden blockiert! Wenn Ihr Rechner keine Dienste nach außen hin anbietet, brauchen Sie hier keine Option angeben.)

Im dritten Schritt können Sie vier Optionen auswählen: `TRACEROUTE` gibt an, ob Ihr Rechner auf ein (von außen kommendes) `traceroute` antwortet. Das ist im Regelfall ungefährlich. Die Bedeutung von `MASQUERADING` ist ausführlich auf Seite 766 beschrieben. `ALLE DIENSTE SCHÜTZEN` bedeutet, dass alle Netzwerkdienste mit Ausnahme der in Schritt zwei angegebenen nach außen hin unzugänglich sein sollen. (Das ist ja gerade der Sinn der Firewall.) `VOR INTERNEM NETZWERK SCHÜTZEN` bedeutet, dass der Rechner (mit Ausnahme der in Schritt zwei angegebenen Dienste) auch innerhalb des lokalen Netzwerks unzugänglich ist. Das ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn der Rechner ein Internet-Server ist. Wenn der Rechner dagegen als Server für das lokale Netz dient, sollte diese Option deaktiviert werden.

Die Einstellungen werden in `/etc/sysconfig/SuSEfirewall2` gespeichert. Die Firewall wird durch die Script-Dateien `/etc/init.d/SuSEfirewall2*` gestartet.

Neben `SuSEfirewall2` wird mit SuSE 8.0 auch `personal-firewall` installiert (siehe Seite 838). Zur Konfiguration dieser Firewall ist kein eigenes YaST-Modul vorgesehen. Sie können aber bei der Modem-, ISDN- oder DSL-Konfiguration angeben, dass dieser Firewall aktiviert werden soll. Damit wird der Rechner vor jeder eingehenden Verbindung geschützt (was bei Einzelplatzrechnern meist ein ebenso sinnvoller wie ausreichender Schutz ist).

Optional kann diese Firewall auch Masquerading aktivieren. Der Start der Firewall erfolgt beim Einwählvorgang oder durch `/etc/init.d/personal-firewall.*`. Die einzige Konfigurationsvariable befindet sich in `/sbin/sysconfig/personal-firewall`. Beachten Sie, dass `personal-firewall` nur verwendet werden kann, wenn `SuSEfirewall2` nicht aktiv ist. (Die beiden Firewall-Konzepte schließen sich gegenseitig aus!)

System|LVM: Mit diesem Modul können Sie ein LVM-System einrichten bzw. verwalten (siehe Abbildung C.3). Obwohl das Modul natürlich eine große Hilfe ist, sind zur Bedienung LVM-Grundkenntnisse erforderlich (siehe Seite 280).

Bevor Sie das LVM-Modul starten, sollten Sie mit dem YaST-Partitionseditor zumindest eine Partition des Typs *Linux LVM* erzeugen. Beim ersten Start des LVM-Moduls muss der Name einer *volume group* angegeben werden. (YaST schlägt `system` vor. An sich ist der Name egal, er dient nur zur Identifikation.) Alle weiteren Operationen beziehen sich nun automatisch auf die *volume group*, deren Name im Listenfeld links oben ausgewählt wurde. (Sehr oft gibt es nur eine einzige Gruppe – dann müssen Sie auf dieses Detail nicht achten.)

Die neue *volume group* ist vorerst leer. Um *physical volumes* in die Gruppe einzufügen, markieren Sie die gewünschte Partition im linken Listenfeld des LVM-Dialogs und klicken den Button `VOLUME HINZUFÜGEN` an. Sie sollten nur solche Partitionen hinzufügen,

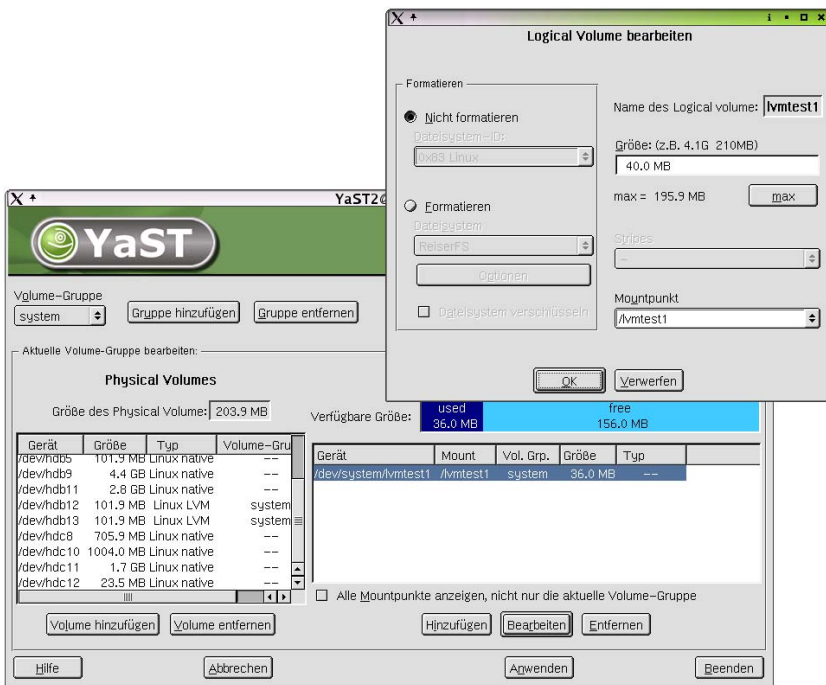


Abbildung C.3: Das LVM-Modul von YaST

die den Typ *Linux LVM* aufweisen bzw. die nicht in Verwendung sind! Wenn die Partitions-ID *Linux* lautet, wird sie beim Einfügen automatisch auf *LVM* (8e) umgestellt. Der Versuch, eine Partition (also ein *physical volume*) wieder aus der LVM-Gruppe zu entfernen, gelingt nur, wenn die Partition keine LVM-Daten enthält.

Innerhalb der *volume group* können Sie nun *logical volumes* (LV) einrichten. Dabei müssen Sie angeben, welchen Namen das LV haben soll, wie groß das LV anfänglich sein soll, welches Dateisystem darin eingerichtet und wo es in das Dateisystem eingebunden werden soll. (Die Defaulteinstellung */usr* ist ungeeignet und unbedingt zu vermeiden!)

VORSICHT

Sie sollten das LVM-Modul nicht dazu verwenden, um die Größe von *logical volumes* zu verändern. YaST kümmert sich nämlich nicht um das Dateisystem, das im *logical volume* enthalten ist. Das Dateisystem müsste vor einer Verkleinerung des LVs verkleinert bzw. nach einer Vergrößerung des LVs vergrößert werden. Das ist nicht der Fall, weswegen bei einer Verkleinerung eines LVs mit dem Verlust aller darin enthaltenen Daten zu rechnen ist. (Bei einer Vergrößerung ist das Verhalten weniger kritisch; das enthaltene Dateisystem nutzt dann eben nur einen Teil des zur Verfügung stehenden Platzes.)

Generell macht das LVM-Modul keinen ganz ausgereiften Eindruck. Beim Test ist es immer wieder zu merkwürdigen Fehlermeldungen gekommen.

SAX2: Eines der ganz wenigen Konfigurationswerkzeuge, die nicht in YaST integriert sind, ist SAX2 zur X-Konfiguration. Das Programm wird mit dem Kommando `sax2` gestartet und ist auf Seite 482 kurz beschrieben.

Paketmanager

Die Paketverwaltung von SuSE basiert auf dem RPM-Format. Mit dem Kommando `rpm` werden Sie sich aber selten plagen müssen, denn YaST enthält komfortable Funktionen zur Installation von Paketen (siehe Abbildung C.4). Das Programm zeichnet sich unter anderem durch die automatische Auflösung von Paketabhängigkeiten aus.

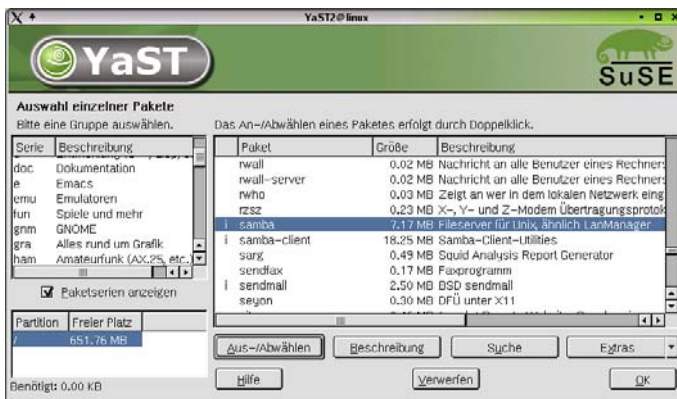


Abbildung C.4: Installation von Software-Paketen mit YaST

Wenn Sie ein Paket installieren möchten, legen Sie die CD 1 oder die DVD in eines Ihrer CD-Laufwerke und starten dann das Modul SOFTWARE|SOFTWARE. Das Programm ermittelt nun eine Liste aller verfügbaren Pakete und zeigt diese an. Die Pakete sind wahlweise in ziemlich viele Gruppen (per Default) oder in die aus früheren SuSE-Versionen bekannten Serien eingeteilt. Angesichts der riesigen Paketanzahl sind die beiden Kategorisierungssysteme eine wichtige Hilfe bei der Suche nach Paketen. Wenn Sie den Paketnamen dagegen wissen (oder erraten), können Sie die Suchfunktion verwenden.

Einzelne Pakete werden durch einen Doppelklick oder durch den Button **ÜBERNEHMEN** zur (De-)Installation ausgewählt. Der Status des Pakets wird durch Buchstaben ausgedrückt:

YaST-Kürzel für den Installationszustand

- X Das Paket ist zur Installation vorgemerkt.
- a Wie X, aber automatische Auswahl durch YaST, weil das Paket von anderen Paketen benötigt wird (Paketabhängigkeit).
- i Das Paket ist schon installiert.
- d Das Paket soll entfernt werden (de-install).

TIP

Wenn Sie den SuSE-Paketnamen wissen, können Sie ein einzelnes Paket ganz rasch durch das Kommando `yast -i name` installieren. Sie ersparen sich damit die vielen Schritte durch die Benutzeroberfläche, die sonst zur Paketauswahl erforderlich sind. Durch das Kommando werden auch alle Pakete installiert, die zur Erfüllung der Abhängigkeitsverhältnisse erforderlich sind.

HINWEIS

YaST ist nur dazu geeignet, Pakete von den SuSE-CDs zu installieren. Wenn sich die SuSE-RPM-Dateien nicht auf einer CD befinden, sondern in einem Verzeichnis der Festplatte oder in einem NFS-Netzwerkverzeichnis, müssen Sie den Ort der Pakete im Modul `INSTALLATIONSQUELLE WECHSELN` angeben.

Falls Sie fremde Pakete (die nicht zur SuSE-Distribution gehören) aus dem Internet heruntergeladen haben und diese installieren möchten, müssen Sie das Kommando `rpm` verwenden. (Das ist aber ohnedies nur Linux-Profis zu empfehlen, weil häufig Inkompatibilitäten zwischen Paketen für unterschiedliche Distributionen auftreten.)

Update-Manager

Im Regelfall gibt es zu SuSE-Linux im Internet bereits Updates, bevor die Distribution noch im Handel eintrifft. Diese Updates beheben Fehler und Sicherheitsmängel, die nach Fertigstellung der Distribution bekannt geworden sind. Nachdem Sie SuSE installiert haben, sollten Sie unbedingt einen Blick auf die folgenden Seiten der SuSE-Website werfen. Dort finden Sie Informationen über bekannte Fehler, Sicherheitsmängel und über verfügbare Updates.

<http://sdb.suse.de/sdb/de/html/bugs72.html> (für SuSE 7.2)
<http://sdb.suse.de/sdb/de/html/bugs73.html> (für SuSE 7.3)
<http://sdb.suse.de/sdb/de/html/bugs80.html> (für SuSE 8.0)
<http://www.suse.de/de/support/security/index.html>
<http://www.suse.de/de/support/download/updates/index.html>

Grundsätzlich können Sie nun aktualisierte Pakete vom SuSE-Server auf Ihren Rechner herunterladen und dann mit `rpm -U` installieren. Aber es geht auch viel einfacher: Führen Sie YaST aus, und starten Sie mit `SOFTWARE|ONLINE UPDATE` das Modul `YOU` (*YaST Online Update*).

Die Bedienung des Programms ist denkbar einfach: In der Defaulteinstellung stellt das Programm eine Verbindung zum SuSE-FTP-Server her und vergleicht die dort verfügbaren Pakete mit den auf Ihrem Rechner installierten Paketen. Anschließend können Sie selbst entscheiden, welche Pakete tatsächlich aktualisiert werden sollen (siehe Abbildung C.5). (Wenn Sie im ersten `YOU`-Dialog die Option `AUTOMATISCHES UPDATE` anklicken, überträgt und aktualisiert `YOU` ohne weitere Rückfragen alle Pakete, zu denen Updates verfügbar sind.)

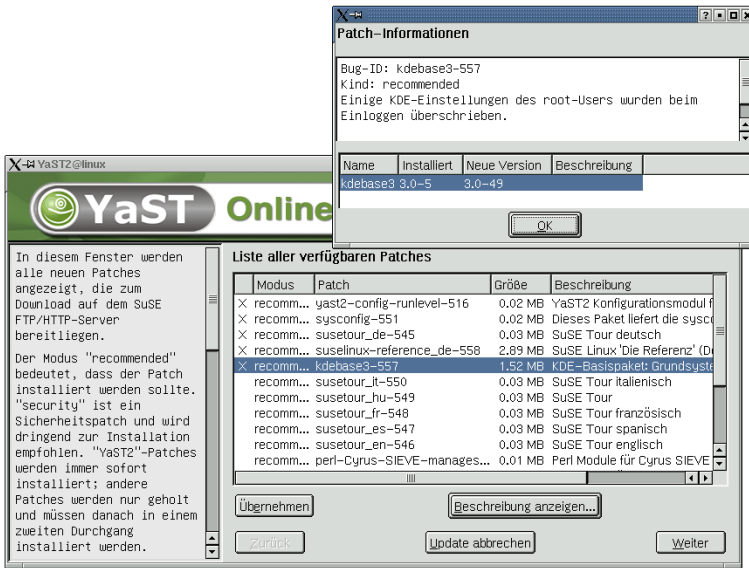


Abbildung C.5: YaST Online Updates

Falls YOU feststellt, dass es Updates zu YaST gibt, fordert das Programm Sie auf, zuerst diese Updates zu installieren und YOU dann neu zu starten. Damit wird sichergestellt, dass die Durchführung der weiteren Updates nicht womöglich durch einen Fehler in YOU behindert wird.

Wenn Sie nach dem Ende der Installation nicht die Option QUELLPAKETE NACH DEM UPDATE ENTFERNEN anklicken, finden Sie die übertragenen Paketinformationen und Pakete im folgenden Verzeichnis:

`/var/lib/YaST/patches/i386/update/`

Die Verwendung von YOU setzt eine gute Internet-Verbindung voraus. Wenn Sie Probleme beim Verbindungsaufbau haben oder wenn die Übertragung unterträglich langsam ist, können Sie versuchen, im ersten YOU-Dialog als Installationsquelle einen anderen FTP-Server auszuwählen. Generell sind die FTP-Server früh morgens, spät in der Nacht oder am Wochenende besser erreichbar als zu den Hauptarbeitszeiten.

HINWEIS

Wenn Sie mit YOU einen Netzwerkdienst (Dämon) aktualisiert haben, sollten Sie anschließend durch einen Neustart dieses Dienstes sicherstellen, dass nun auch tatsächlich die neue Version läuft! Dazu führen Sie `/etc/init.d/daemonname restart` aus.

SuSE-Besonderheiten

Hilfesystem: Das SuSE-Hilfesystem kann wahlweise über das KDE-Startmenü oder mit den Kommandos `hilfe` bzw. `susehelpcenter` gestartet werden (siehe Abbildung C.6). Vor der ersten Verwendung des Hilfesystems muss ein zentraler Index angelegt werden. Dazu ist allerdings das `root`-Passwort erforderlich.

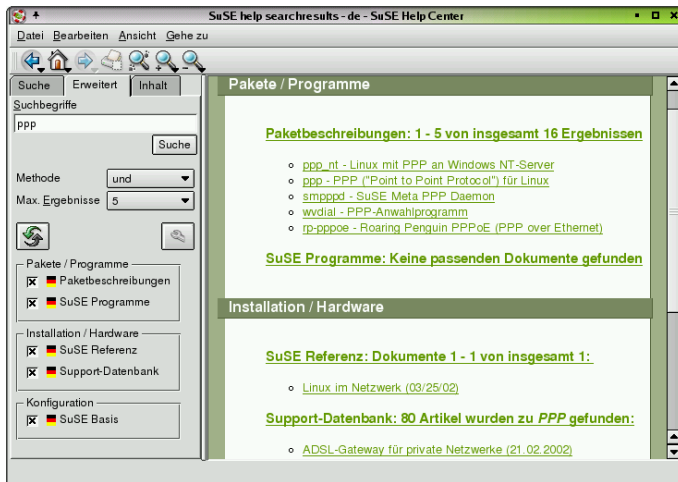


Abbildung C.6: Das SuSE-Hilfesystem

Das Hilfesystem eröffnet einen zentralen Zugang zu einer umfassenden Sammlung von Dokumentationstexten, von denen einige SuSE-spezifisch sind. Ein besonders attraktives Feature ist die so genannte Support-Datenbank. Diese Datenbank enthält wertvolle Hard- und Software-Tipps, die aus der jahrelangen Erfahrung der SuSE-Support-Abteilung hervorgegangen sind. Die mit der Distribution mitgelieferte Fassung dieser Datenbank ist natürlich nicht ganz aktuell. Die jeweils aktuelle Version befindet sich auf der Website von SuSE:

`http://sdb.suse.de`

Dokumentation zu installierten Paketen: Zu fast allen installierten Paketen finden Sie im folgenden Verzeichnis umfassende Dokumentationsdateien:

`/usr/share/doc/packages/paketname`

Führen Sie zur Suche nach Dokumentationsdateien eventuell auch `rpm -qd paketname` aus!

Umgang mit CD-ROMs und Disketten: Per Default werden CD-ROM- und Diskettenlaufwerke über die folgenden Namen angesprochen:

CD-ROM-Laufwerke: `/cdrom` oder `/media/cdrom`

DVD-Laufwerke: `/dvd` oder `/media/dvd`

CD-R-Laufwerke: `/cdrecorder` oder `/media/cdrecorder`

Disketten-Laufwerk: `/floppy` oder `/media/floppy`

Falls an Ihrem Rechner ein IDE-CD-R-Laufwerk angeschlossen ist, fügt SuSE ab 7.3 automatisch die Option `hdx=ide-scsi` in `/etc/lilo.conf` ein. Damit wird das Gerät wie ein SCSI-Gerät behandelt und kann problemlos von `xcdroast` oder anderen CD-R-Programmen angesprochen werden.

Linux- und Windows-Partitionen: SuSE fügt für alle Windows- und Linux-Datenpartitionen, die es während der Installation finden kann, Einträge in `/etc/fstab` ein. Die Partitionen werden zwar nicht automatisch in das Dateisystem integriert, es hat aber jeder Anwender das Recht, `mount` durchzuführen. (Das ist eine eher unsichere Defaulteinstellung. Entfernen Sie gegebenenfalls die `user`-Option aus den betreffenden Zeilen in `/etc/fstab`!) Die Datenpartitionen werden über die folgenden Namen angesprochen:

Linux-Partitionen: `/data1`, `/data2` etc.

Windows-Partitionen: `/windows/C`, `/windows/D` etc.

Beachten Sie, dass die Partitionsbuchstaben nicht unbedingt mit den Laufwerksbuchstaben unter Windows übereinstimmen!

Falls Sie unter KDE arbeiten, wird der Desktop beim ersten Start mit unzähligen Icons für jedes Laufwerk und für jede Partition übersät. (Das gilt nicht für den `root`-Desktop.) Das erleichtert zwar Linux-Einsteigern den Zugriff auf diese Daten, reduziert aber die Übersichtlichkeit auf dem Desktop. Wenn Sie die Icons nicht benötigen, spricht nichts dagegen, sie einfach zu löschen. Dazu markieren Sie sie mit der Maus und führen das Kontextmenükommando **IN DEN MÜLLEIMER WERFEN** aus. Es werden dabei nur die Icons entfernt; die Daten auf den Partitionen bleiben unangetastet.

Orte der Pakete auf den CD-ROMs: Wenn Sie Software-Pakete direkt mit `rpm` installieren möchten (statt mit YaST), finden Sie die Pakete im folgenden Verzeichnis der Installations-CDs:

`suse/seriennamen`

Da es unmöglich ist zu erraten, in welchem Verzeichnis welcher CD sich ein bestimmtes Paket befindet, können Sie bei der Suche die Datei `INDEX.gz` zu Hilfe nehmen. Diese Datei enthält eine Liste aller Dateien auf allen CDs. Sie befindet sich auf der ersten Installations-CD bzw. auf der DVD.

SuSEgreeter und SuSE-Tour (KDE): Wenn Sie sich zum ersten Mal unter KDE einloggen, wird automatisch das Programm `SuSEgreeter` gestartet. Das Programm besteht aus zwei Dialogen.

Der erste Dialog ist primär eine Sammlung von Links, die zur SuSE-Website und zu diversen anderen Dokumentationsquellen führen. Am interessantesten für Linux-Einsteiger ist dabei die so genannte SuSE-Tour: Dabei handelt es sich um eine Sammlung von Webseiten (die während der Installation auf die Festplatte kopiert wurden), die einen Überblick über die wichtigsten Anwendungsprogramme geben. Bei jedem Programm wird auch der Na-

me und die Paketserie angegeben, damit Sie das Programm im YaST-Paketmanager rasch finden, falls Sie es installieren möchten.

Beim zweiten Dialog handelt es sich um den Eyecandy-O-Meter-Dialog aus `kpersonalizer` (siehe Seite 546). Sie können damit einstellen, welche optischen Effekte KDE einsetzen soll (Animationen, Anti-Aliasing etc.).

Lokales KDE-Verzeichnis: KDE-Einstellungen werden in `.kde` gespeichert (nicht wie bisher in `.kde2`).

KDE-2-Kompatibilität: SuSE 8.0 installiert automatisch KDE 3.0. Wenn Sie KDE-2-Anwendungen ausführen möchten, müssen Sie das Paket `kde2-compat` installieren. Bei der YaST-Installation von KDE-2-Programmen (Serie `k2de`) wird das Paket automatisch installiert. Nach der ersten Installation eines KDE-2-Programms muss ein neuer X-Login durchgeführt werden, damit das Verzeichnis `/opt/kde2/bin` in die `PATH`-Variable aufgenommen wird. Erst dann können die neu installierten Programme auch verwendet werden.

KDE-Root-Desktop: SuSE 8.0 überschreibt bei jedem `root`-Login für KDE 3 die zuletzt durchgeführten Einstellungen (Desktop-Hintergrund, Panel-Position, Bildschirmschoner etc.). Das Problem kann durch ein Update des Pakets `kdebase3` mit `YOU` (YaST Online Update) behoben werden.

Installation von Microsoft-TrueType-Fonts: Zur bequemen Installation der Internet-TrueType-Fonts von Microsoft steht das Script `fetchmsttfonts` zur Verfügung (siehe Seite 516).

locate-Kommando: Das auf Seite 947 vorgestellte Kommando wird per Default nicht installiert. Es befindet sich im Paket `findutils-locate`. `updatedb` wird dann aufgrund von `/etc/cron.daily` täglich um 00:15 ausgeführt.

Splash-Bildschirm: Die erste Textkonsole ist bei SuSE von einer Bitmap unterlegt. Wenn Ihnen das nicht gefällt, verwenden Sie am einfachsten eine andere Konsole. Sie können den Splash-Bildschirm auch mit dem folgenden Kommando abstellen:

```
root# echo 0 > /proc/splash
```

Wenn Sie den Splash-Bildschirm generell (auch während des Rechnerstarts) abstellen möchten, setzen Sie die Variable `BOOT_SPLASH` in `/etc/sysconfig/sysctl` auf `no`. Außerdem können Sie in `/etc/lilo.conf` die Zeile `vga=n` entfernen. Weitere Informationen finden Sie unter:

http://sdb.suse.de/de/sdb/html/cstein_nosplash.html

SuSE-Konfigurationsdateien und -interna

/etc/rc.config: Bis einschließlich Version 7.3 enthielten die Datei `/etc/rc.config` sowie alle Dateien im Verzeichnis `/etc/rc.config.d` den Großteil aller Konfigurationseinstellungen. Das hat sich mit SuSE 8.0 geändert! `/rc.config` enthält nur noch zwei

Einstellungen, die Sie nicht verändern sollten. Alle anderen Konfigurationseinstellungen befinden sich nun in Dateien im Verzeichnis `/etc/sysconfig`.

/etc/sysconfig: Dieses Verzeichnis enthält seit SuSE 8.0 fast alle Konfigurationseinstellungen. Die Dateien werden unter anderem von den Init-V-Start-Skripts ausgewertet. Zur Einstellung der Optionen verwenden Sie am besten das YaST-Modul `SYSTEM|SYSCONFIG-EDITOR`.

Die Anordnung der Dateien und ihre Namen erinnern zum Teil an das Konfigurationskonzept von Red Hat, ihr Inhalt sieht aber vollkommen anders aus. (Mit anderen Worten: Die Dateien sind nicht zueinander kompatibel, auch dann nicht, wenn sie denselben Namen aufweisen!)

VERWEIS

Eine ausführliche Beschreibung der `/etc/sysconfig`-Dateien und -Variablen, soweit sie die Netzwerkeinstellung betreffen, finden Sie im folgende Dokument:

`/usr/share/doc/packages/sysconfig/README`

Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 12 des SuSE 8.0 Referenzhandbuchs sowie auf der folgende Seite der SuSE-Support-Datenbank:

http://sdb.suse.de/sdb/de/html/mmj_network80.html

SuSEconfig: Normalerweise verwenden Sie die verschiedenen YaST-Module zur Konfiguration der Dateien aus `/etc/sysconfig`. YaST stellt dann sicher, dass die restlichen Konfigurationsdateien des Rechners damit synchronisiert werden. Wenn Sie Dateien aus `/etc/sysconfig` dagegen mit einem Editor verändern, sollten Sie anschließend unbedingt das Programm `SuSEconfig` ausführen, um eine Synchronisierung sicherzustellen. `SuSEconfig` startet unter anderem alle Script-Dateien aus dem Verzeichnis `/sbin/conf.d`.

Interna der USB-Verwaltung: Die Verwaltung von USB-Geräten hat sich seit SuSE 7.3 grundlegend geändert. SuSE verwendet nun wie Red Hat das `hotplug`-System (siehe Seite 457).

Verwaltung der Logging-Dateien: Auch die Administration der Logging-Dateien erfolgt nun auf die gleiche Weise wie bei Red Hat. Durch `cron` wird einmal pro Tag das Programm `logrotate` gestartet, das zu lange Logging-Dateien umbenennt und komprimiert. Die Konfiguration erfolgt durch die Datei `/etc/logrotate.conf`.

Init-V-Prozess: Die Verschachtelung des Init-V-Prozesses hat sich mit SuSE 8.0 um eine weitere Stufe vergrößert: Das am Beginn des Init-V-Prozess gestartete Script `/etc/init.d/boot` ruft nun seinerseits alle in `/etc/init.d/boot.d` enthaltenen Script-Dateien auf. `boot.d` enthält genau genommen nur Links; die Scripts befinden sich in `/etc/init.d`. Sie dienen beispielsweise zur Aktivierung des DMA-Modus und der Swap-Partitionen, zur Überprüfung der Dateisysteme etc.

Netzwerkdienste (Init-V): Aus Sicherheitsgründen bleiben die meisten Netzwerkdienste nach einer Installation inaktiv. Die Vorgehensweise zur Aktivierung der Dienste hat sich in SuSE 8.0 aber geändert.

SuSE 7.n: Bei Netzwerkdiensten, die durch den Init-V-Prozess gestartet werden, enthielten die Verzeichnisse `/etc/rcn.d` für alle installierten Dienste (Dämonen) Links auf die Start-Scripts in `/etc/init.d`. Ob die Dämonen aber tatsächlich ausgeführt wurden, hing davon ab, ob in `/etc/rc.config` eine für den Dienst vorgesehene `START_NAME-Variable` den Wert `yes` enthielt.

SuSE 8.0: Die `START_NAME`-Variablen wurden ersatzlos gestrichen. Ein Netzwerkdienst wird jetzt dann gestartet, wenn in `/etc/rcn.d` ein Link auf das Init-V-Start-Script eingerichtet ist. Per Default ist das aber nicht der Fall. Um die Links einzurichten, führen Sie entweder das YaST-Modul `SYSTEM|RUNLEVEL-EDITOR` oder das auf Seite 369 erwähnte Kommando `insserv` aus.

Wenn Sie also beispielsweise den Samba-Server installiert haben, müssen Sie zuerst dessen Konfigurationsdateien einstellen. (Die befinden sich jetzt im Verzeichnis `/etc/samba`.) Dann versuchen Sie probeweise, den Server zu starten:

```
root# /etc/init.d/smb start
```

Wenn das funktioniert, richten Sie die `/etc/rcn.d`-Links ein, damit der Server in Zukunft automatisch gestartet wird:

```
root# insserv inetd
```

Wenn Sie möchten, dass ein Netzwerkdienst *nicht* mehr gestartet wird, führen Sie `insserv` mit der Option `-r` aus:

```
root# insserv -r inetd
```

HINWEIS

Beachten Sie bitte, dass sich die Init-V-Start-Scripts von SuSE bereits seit einigen Versionen im Verzeichnis `/etc/init.d` befinden – und nicht mehr (wie bei früheren SuSE-Versionen) in `/sbin/init.d`.

Eine weitere Neuerung besteht darin, dass Sie alle Init-V-Scripts statt durch das eher umständliche `/etc/init.d/name` auch in der Form `rcname` aufrufen können (also z. B. `rcsmb`, um den Samba-Server zu starten oder zu stoppen). Dazu befinden sich in `/usr/sbin` entsprechende Links.

Netzwerkdienste (inetd): Bei Diensten, die über `inetd` gesteuert werden (siehe Seite 792), müssen Sie zuerst einmal sicherstellen, dass `inetd` überhaupt gestartet wird. Per Default ist das nicht der Fall!

Am einfachsten starten Sie `inetd` mit dem YaST-Modul `NETZWERK-BASIS|START ODER STOPP VON SYSTEMDIENSTEN`. Alternativ können Sie auch die beiden folgenden Kommandos ausführen:

```
root# insserv inetd
root# /etc/init.d/inetd start
```

Welche Dienste durch `inetd` gestartet werden dürfen, wird durch `/etc/inetd.conf` gesteuert. Diese Datei können Sie ebenfalls durch das gerade erwähnte YaST-Modul

verändern. Bei einer Veränderung durch einen Editor müssen Sie `inetd` dazu auffordern, die Konfigurationsdatei neu einzulesen:

```
root# /etc/init.d/inetd reload
```

Druckerkonfiguration: SuSE 8.0 unterstützt wahlweise LPRng (per Default, siehe Seite 415) oder CUPS (Seite 417). Bei LPRng wird nun das neue Filtersystem `lpdfilter` und nicht mehr das bisher von SuSE favorisierte `apsfilter`-System verwendet. (`apsfilter` kann aber aus Kompatibilitätsgründen noch installiert werden, um die Druckereinstellungen früherer SuSE-Versionen zu übernehmen.)

`lpdfilter` ist eine Eigenentwicklung von SuSE, zu der es momentan so gut wie keine Dokumentation gibt. Zur Druckerkonfiguration sollten Sie daher unbedingt YaST verwenden. (Alternativ steht das Konsolenprogramm `lprsetup` zur Verfügung.)

VERWEIS

Hintergrundinformationen zum neuen Drucksystem von SuSE 8.0 finden Sie hier:
[http://sdb.suse.de/sdb/de/html/
jsmeix_print-einrichten-80.html](http://sdb.suse.de/sdb/de/html/jsmeix_print-einrichten-80.html)

DMA-Modus: In SuSE 7.3 war das YaST-Modul zur DMA-Konfiguration verschwunden, in Version 8.0 ist es wieder aufgetaucht: Per Default wird der DMA-Modus nun nur bei Festplatten aktiviert. Wenn Sie andere Einstellungen wünschen, starten Sie das YaST-Modul `HARDWARE|IDE-DMA-MODUS`.

Intern wird der DMA-Modus durch das Script `/etc/init.d/boot.d/S01boot.-idedma` aktiviert. Das Script wertet die Konfigurationsdatei `/etc/sysconfig/hardware` aus.

Notfall/Recovery

Linux mit der Installations-CD oder -DVD starten: Wenn die LILO- oder GRUB-Installation versagt hat und Sie keine Bootdiskette besitzen (oder diese defekt ist), können Sie Linux mit der Installations-CD starten. Dazu müssen Sie nur den Device-Namen der Root-Partition kennen. Sobald der Startbildschirm erscheint, geben Sie folgendes Kommando ein (wobei Sie `/dev/hdb13` durch den Namen Ihrer Root-Partition ersetzen). Die leere `initrd`-Option ist notwendig, weil sonst das Installationsprogramm gestartet wird. Beachten Sie, dass während der Eingabe das US-Tastaturlayout gilt (siehe Seite 97).

```
linux initrd= root=/dev/hdb13
```

Diese Startmethode funktioniert nur, wenn der Boot-Kernel der Installations-CD alle erforderlichen Module besitzt. Probleme gibt es, wenn sich die Root-Partition auf einer SCSI-Platte befindet, wenn Sie ein anderes Dateisystem als `ext2` verwenden etc. Aber auch in diesem Fall hilft die Installations-CD weiter: Nach der Auswahl von `MANUAL`

INSTALLATION können Sie alle benötigten Kernel-Module laden und dann das Linux-System einer beliebigen Partition starten (nachdem Sie sich durch ein halbes Dutzend Menüs durchgearbeitet haben, siehe auch Seite 1225).

Bootdiskette erstellen: Um eine neue Bootdiskette zu erstellen, starten Sie das YaST-Modul SYSTEM|KONFIGURATION DES BOOTLOADERS. Dort geben Sie an, dass Sie die AKTUELLE KONFIGURATION ÄNDERN möchten. Im nächsten Dialog wählen Sie die Option DISKETTE.

Auf die Diskette wird nur LILO installiert (aber kein Kernel und keine Initial-RAM-Disk-Dateien). Die Bootdiskette funktioniert daher nur, solange Sie die Kernel-Dateien Ihres Linux-Systems nicht anrühren. Wenn Sie eine Bootdiskette erstellen möchten, die auch mit solchen Situationen zurechtkommt, lesen Sie bitte den entsprechenden Abschnitt auf Seite 326.

HINWEIS

Verwenden Sie nicht das Modul SYSTEM|BOOTDISKETTE ERZEUGEN! Es ist missverständlich benannt und dient dazu, Installationsdisketten zu erzeugen! Sie können damit auch eine so genannte Rettungsdiskette erstellen, die eine ähnliche Funktion wie das unten beschriebene Rescue-System der Installations-CD hat.

LILO auf die Festplatte installieren: Mit dem gerade erwähnten YaST-Modul SYSTEM|KONFIGURATION DES BOOTLOADERS können Sie LILO auch auf die Festplatte installieren. Dabei müssen Sie darauf achten, dass Sie für Windows die richtige Partition angeben (meist /dev/hda). Per Default wird wegen eines Fehlers leider oft eine falsche Partition ausgewählt.

Rescue-System: Sie können die Installations-CD auch dazu verwenden, um ein so genanntes Rescue-System zu starten. Dabei handelt es sich um ein minimales, autonomes Linux-System, mit dem Sie beispielsweise Reparaturarbeiten durchführen können. (Das gelingt natürlich nur, wenn Sie sich mit Linux gut auskennen.) Dazu wählen Sie im Startbildschirm der Installations-CD den Menüeintrag RESCUE.

Nach einer kurzen Ladezeit erscheint ein Auswahldialog, in dem Sie das gewünschte Tastaturlayout auswählen können. Wenig später können Sie sich in einer Linux-Konsole als root ohne Passwort einloggen.

Sie können nun mit `mount` die Partition Ihres defekten Linux-Systems in das Dateisystem einbinden und gegebenenfalls einzelne Dateien verändern. Als Editoren stehen `vi` und `joe` zur Auswahl. Um das Rescue-System zu verlassen, geben Sie das folgende Kommando ein:

```
root# shutdown -r now
```


Anhang D

Die beiliegende CD-ROM

(nicht im eBook enthalten)

Auf der beiliegenden CD-ROM befindet sich eine Evaluationsversion von SuSE 8.0. Es handelt sich dabei um eine voll funktionsfähige, zur Installation auf die Festplatte geeignete und zeitlich uneingeschränkt lauffähige Variante von SuSE-Linux. Die Installation ist ausführlich ab Seite 1223 beschrieben. (Beachten Sie insbesondere den Hinweis zur Boot-Konfiguration auf Seite 1229!)

Die Standardinstallation beansprucht ca. 1100 MByte. Es gibt folgende Unterschiede zu den kommerziellen SuSE-Versionen:

- Die Paketauswahl ist aus Platzgründen eingeschränkt. Es können naturgemäß nicht alle Pakete, die sonst sieben CDs füllen (Professional Version), auf einer einzigen CD untergebracht werden. Insbesondere fehlen fast alle Office-Anwendungen.
- Die mit der Vollversion mitgelieferten Handbücher fehlen natürlich.
- SuSE kann für die Evaluationsversion aus verständlichen Gründen keinen Support geben.

Trotz dieser Einschränkungen liegt eine vollständige und sehr umfassende Distribution vor, die sich nicht nur zum Ausprobieren, sondern auch für die tägliche Arbeit mit Linux eignet! (Ich selbst habe diese Version auf meinem Notebook installiert, auf dem ich ohnedies nicht Platz für die Fülle der SuSE-Pakete habe.)

Bekannte Fehler und Updates zu SuSE 8.0: Tipps, wie Sie Ihre Distribution nach der Installation aktualisieren und bekannte Fehler beheben, finden Sie auf Seite 1237. (Kurz gefasst: Starten Sie YaST und führen Sie ein Online-Update durch!) Weiters sollten Sie einen Blick auf die folgende Seite werfen:

<http://sdb.suse.de/sdb/de/html/bugs80.html>

Errata und Updates zum Buch: Eine Menge Internet-Links sowie Errata und eventuell auch Updates zum Buch finden Sie auf meiner Website:

<http://www.kofler.cc>

Anhang E

Literaturverzeichnis

In dieses Buch sind Informationen aus den Originalhandbüchern zu Mandrake-, Red-Hat- und SuSE-Linux sowie aus Hunderten von man-, info-, readme-, faq- und HOWTO-Dokumenten eingeflossen, aus zahllosen Beiträgen diverser Linux-Newsgroups, aus Artikeln in den Zeitschriften c't und ix sowie im deutschen Linux-Magazin und im amerikanischen Linux-Journal etc. Es ist daher unmöglich, ein exaktes und vollständiges Quellenverzeichnis zusammenzustellen. Ich beschränke mich hier auf eine Liste der wichtigsten Bücher, die ich genutzt habe:

Adobe Systems: *PostScript Language Reference Manual* (2. Auflage), Addison-Wesley 1990

Alcatel: *Alcatel 1000 ADSL Network Termination User Guide*, Alcatel 1999

Anonymous: *Linux Hacker's Guide*, Markt & Technik Verlag 2000

Wolfgang Barth: *Das Firewall Buch*, SuSE Press 2001

Michael Beck, Harald Böhme et al.: *Linux-Kernel-Programmierung* (6. Auflage), Addison-Wesley 2001

Günther Born: *PostScript enträtselt*, Systema-Verlag 1991

Debra Cameron, Bill Rosenblatt: *Learning GNU Emacs*, O'Reilly 1991

Carling M., Degler Stephen, Dennis James: *Linux System Administration*, New Riders 2000

Linnea Dayton, Jack Davis: *Photoshop Wow!*, Addison-Wesley 1998

Thomas Drilling, Anna Kobylinska, Filipe Martins: *Linux Profi Know-how*, Data Becker, 2000

Robert Eckstein, David Collier-Brown, Peter Kelly: *Using Samba*, O'Reilly 2000

Simson Garfinkel, Gene Spafford: *Practical Unix & Internet Security*, O'Reilly 1996

Daniel Gilly: *UNIX in a Nutshell*, O'Reilly 1992

- Michel Goossens, Frank Mittelbach, Alexander Samarin: *Der L^AT_EX-Begleiter*, Addison-Wesley 1995
- Michel Goossens, Sebastian Rahtz: *Mit L^AT_EX ins Web*, Addison-Wesley 2000
- Jochen Hein: *Linux-Systemadministration* (3. Auflage), Addison-Wesley 1999
- Helmut Herold: *Linux - Unix Shells* (3. Auflage), Addison-Wesley 1999
- Sebastian Hetze, Dirk Hohndel, Olaf Kirch, Martin Müller: *Linux Anwenderhandbuch* (5. Auflage), LunetIX 1995
<http://www1.lunetix.de/LHB/>
- Helmut Holz, Bernd Schmitt, Andreas Tikart: *Linux für Internet und Intranet* (3. Auflage), MITP 1999
- Craig Hunt: *Linux Network Servers*, Sybex 1999
- Lar Kaufmann, Matt Welsh: *Running Linux*, O'Reilly 1995
- Olaf Kirch: *Linux Network Administrator's Guide*, O'Reilly 1995
- Helmut Kopka: *L^AT_EX- Eine Einführung*, Addison-Wesley 2000
- Helmut Kopka: *L^AT_EX- Erweiterungsmöglichkeiten*, Addison-Wesley 2001
- Helmut Kopka: *L^AT_EX- Ergänzungen*, Addison-Wesley 1995
- Michael Kofler: *MySQL – Einführung, Programmierung, Referenz*, Addison-Wesley 2001
- Helmut Kraus: *Photoshop 4*, Addison-Wesley 1998
- Karin Kylander, Olof Kylander: *The Gimp User Manual version 1.0.0*.
<http://manual.gimp.org/manual/>
- Neil Matthew, Richard Stones: *Beginning Linux Programming*, Wrox Press, 1996
- Bill McCarthy: *Learning Red Hat Linux*, O'Reilly 1999
- Andreas Mertz, Martin Pollakowski: *xDSL & Access Networks*, Prentice Hall 2000
- Microsoft: *Microsoft Windows NT Workstation Resource Kit*. Microsoft Press 1996.
- Jerry Peek, Tim O'Reilly, Mike Loukides: *Unix Power Tools*, O'Reilly 1993
- Bernhard Röhrig: *Linux im Netz*, Computer & Literatur 1997
- Peter Samulat: *Linux-Server im kommerziellen Netzwerk*, Addison-Wesley 2000
- Mark Sobell: *A Practical Guide to Linux*, Addison-Wesley 1997
- Wes Sonnenreich, Tom Yates: *Building Linux and OpenBSD Firewalls*, Wiley Computer Publishing 2000
- Stefan Strobel, Thomas Uhl: *Linux – Vom PC zur Workstation* (2. Auflage), Springer Verlag 1995

Peter Termöllen: *Shell-Programmierung im Alleingang*, Springer Verlag 1993

Robert Ziegler: *Linux Firewalls*, New Riders 1999

TIPP

Aktuelle Empfehlungen für weiterführende Linux-Literatur finden Sie auf meiner Website: www.kofler.cc.

Stichwortverzeichnis

Die Einträge im Stichwortverzeichnis sind nach dem ersten Buchstaben sortiert. Daher finden Sie die Einträge zum \LaTeX -Kommando `\end`, zu den Dateien im Verzeichnis `/etc` und zur Konfigurationsdatei `.emacs` alle unter dem Buchstaben E.

- (Sonderzeichen in \LaTeX) 1066
- (Sonderzeichen in der bash) 915
- \$ (Variablen in der bash) 875
- \$ () (Kommandosubstitution) 873
- & (Hintergrundprozesse) 299
- " " (Zeichenketten) 874
- ' (Zeichenketten) 874
- ` (Kommandosubstitution) 873
- < (Ausgabeumleitung) 866
- > (Eingabeumleitung) 867
- [] (arithmetische Ausdrücke) 873
- * (Jokerzeichen) 208, 871
- ? (Jokerzeichen) 208, 871
- ~ (Heimatverzeichnis) 121
- 100-dpi-Fonts 510
- 1024-Zylinder-Limit 98, 330
 - Red Hat 1206
- 1TR6 (ISDN) 650
- 3D-Grafik 493
- 3D-Klangeffekte 982
- 3dfx 494
- 75-dpi-Fonts 510

A

- a.out 375
- a2ps 433
- AA (Anti-Aliasing) 519
- Abbildungen
 - \LaTeX 1075
 - LyX 1113
- Abkürzungen 865, 922
- Abonnement (News) 744
- Absenderadresse
 - pine 729

- slrn 753
- Abstand (Gimp) 1151
- abwedeln (Gimp) 1151
- Access Control Lists 215
- Account (E-Mail) 712
- ACL 215
- acm (USB-Modul) 461
- ACPI 469
- acroread 432
- adduser 976
- Administration 147
- Administrator-Account 86
- Adobe
 - Acrobat 136
 - X-Fonts 511
- ADSL 659
 - Mandrake 663
 - Modem 659
 - PPPoE-Konfiguration 670
 - PPTP-Konfiguration 665
 - Red Hat 663
 - Router 664
 - SuSE 664
 - USB 461, 661
 - Voraussetzungen 662
- adsl-forever 668
- Aethera 722
- Airbrush (Gimp) 1145
- aktive ISDN-Karte 650
- aktuelles Verzeichnis 960
- Alcatel
 - ADSL-1000 665
 - Speed Touch 661
- alias 865, 905, 922

- Konfigurationsdateien 892
 - alien 182
 - AllowMouseOpenFail 493
 - Alpha-Kanal (Gimp) 1174
 - ALSA 984
 - Konfiguration 986
 - alsaconf 986
 - alsactl 986
 - alsamixer 983, 986
 - Alt-Taste (Emacs) 1020
 - amixer 986
 - Anaconda 1206
 - Animation (GIF/Gimp) 1171
 - Anonymous FTP 596
 - ANT 659
 - USB 661
 - Anti-Aliasing 519
 - Ghostview 431
 - Gimp 1154, 1160
 - KDE 520
 - Apache 676
 - APIC 1225
 - aplay 984, 986
 - apm 469
 - APM 468
 - apmd 469
 - apmsleep 469
 - app-defaults 525
 - append (LILO) 324
 - appendix 1063
 - Apple-Extension (ISO9660) 1006
 - Applet 693
 - Gnome 566
 - KDE 547
 - AppSocket (Netzwerkdrucker) 614
 - apropos 131, 923
 - apsfilter (drucken) 412
 - Archiv 928, 969
 - Archivieren von Dateien 919, 928, 969
 - arithmetische Ausdrücke (bash) 873
 - ark 553
 - array 1083
 - article.tex 1055
 - artsd 988
 - artsdsp 988
 - artsplay 984
 - ASCII 191
 - ash 860
 - AT-Kommandos (Modems) 635
 - ATAPI siehe IDE 70
 - ATAPI-6 100
 - ATM 660
 - Attachment (E-Mail) 712
 - audio (USB-Modul) 456
 - Audio
 - Audio File Bibliothek 999
 - Konverter 999
 - siehe Sound 982
 - Audio-CDs
 - abspielen 989
 - brennen 1009
 - konqueror 549
 - Ripper/Grabber 1001
 - audiofil 999
 - aumix 983
 - Aurora 368
 - Mandrake 8.2 1198
 - Ausblenden (Gimp) 1160
 - Ausdruck siehe drucken 401
 - Ausgabeumleitung (bash) 866
 - ausländische Zeichen eingeben
 - Textkonsole 160
 - X 502
 - Auslagerungsdatei 83
 - Auswahl (Gimp) 1155
 - auto-Dateisystem 239
 - Auto-Login
 - kdm 534
 - X 527
 - autofs 239, 250
 - automount 239, 250
 - autorun 251
- B**
- Background-Prozesse 299
 - Backup Domain Controller 811
 - Backup-Datei (Emacs) 1022
 - Backup-Script 899
 - badblocks 923
 - Balsa 726
 - \baselinestretch 1090
 - basename 905
 - bash 860
 - Inkompatibilitäten 884
 - Konfigurationsdateien 891
 - Login-Shell 891
 - Tastatureinstellung 861
 - Tastenkürzel 865

- Variablen 888
- Version 2 884
- bash-Programmierung 881
 - Beispiele 899
 - Kommandoreferenz 903
- ~/.bash_login 891
- ~/.bash_profile 891
- ~/.bashrc 891
- bashrc 1198, 1219
- Bastille 837
- Batterie (Notebooks) 468
- BDC 811
- bdf flush 362, 471
- Bedingungen (bash) 895
- Beep 908
- \begin 1061
 - appendix 1063
 - array 1083
 - document 1063
 - equation 1079
 - figure 1075
 - itemize 1070
 - lrbox 1098
 - minipage 1070
 - tabbing 1068
 - thebibliography 1074
 - verbatim 1067
- Benutzer 172
 - Eigenschaften verändern 977
 - einrichten 170, 976
 - löschen 977
 - verwalten 169, 920
- Benutzergruppen 215, 920
- Besitzer
 - neue Dateien 219
 - von Dateien 215
- Betriebssystem 40
 - mehrere gleichzeitig 319
- Bezier-Auswahl (Gimp) 1159
- \bf 1064
- \bfseries 1064
- bg 299, 923
- \bibitem 1074
- Bibliotheken 374
 - ELF 375
 - glibc 375
 - Gtk (Gnome) 543
 - libc 375
 - Motif 690
 - Qt (KDE) 543
- bibtex 1074
- Bildfrequenz (X) 490
- Bildlaufleisten 508
- Bildschirm
 - 80*50 Zeichen 163
 - Bildschirmschoner (X) 539
 - inverse Darstellung 163
- Bildverarbeitung 438
- /bin 221
- ~/bin 885
- Binärpaket 182
- BIND 779
- Bindestrich
 - L^AT_EX 1066
 - L^AX 1121
- BIOS 79
 - große Festplatten 99
- Bitstream-Fonts 511
- Blackdown (Java) 694
- bladeenc 998
- Blend (Gimp) 1148
- Blockgröße (Dateisystem) 262
- BMP 1142
- BMP-PS-Konverter 441
- bmp2eps 441
- bonnie 279
- Bonobo 577
- Bookmark 677
- /boot
 - /boot.* 329
 - /boot-graphic.b 341
 - /boot.b 323
 - /grub 349
 - /grub/grub.conf 349
 - /initrd.b 332
 - /map 323
 - /menu.b 341
- boot (LILO) 323
- BOOT.INI 338
- boot.local 151
- Bootdiskette
 - Kernel-Bootdiskette erstellen 961
 - LILO mit Kernel 327
 - LILO ohne Kernel 326
 - mit Mandrake erstellen 1199
 - ohne LILO 343
 - Red Hat 1221
 - selbst erstellen 326

- SuSE 1244
- Booten von der Festplatte 319
- Bootoptionen (Bootparameter) 102, 356
- Bootpartition 82, 101
- Bootprobleme 102
- Bootprozess
 - Kernel laden 316
 - System-V-Init 359
- Bootsektor 319
 - Sicherungskopie 329
- Border (Gimp-Text) 1154
- break 905
- browseable 824
- Browser 676, 699
- Browsing (Samba) 809
- Brush (Gimp) 1145
- BSD-Dateisystem 237
- BSD-Lizenz 59
- BSD-LPD 412
 - CUPS-Server verwenden 805
 - Netzwerkdrucker (Client) 618
 - Netzwerkdrucker (Server) 803
- BSD-Pakete 189
- Bucket Fill (Gimp) 1146
- bunzip2 923
- BURN-Proof (CD-R) 1007
- Bus-Master-DMA-Modus 291
- bzip2 923
- C**
- C-Compiler 388
- cabextract 516
- Cache (WWW) 679, 787
- caitoo 704
- Caldera 51
- \caption 1075
- Cardbus (PCMCIA) 466
- cardmgr 467
- Carriage Return 961
- case 896, 905
- cat 125, 906, 924
- cd 924
- CD-R 251, 1003
 - BURN-Proof 1007
 - Firewire 1012
 - physikalische Integrität testen 1014
 - USB 461, 1012
- CD-ROM
 - Audio-CDs abspielen 989
 - auswerfen 251
 - automatisches mount 250
 - CD-Player 989
 - defekte CD-Rs 1014
 - defekte CDs 1014
 - Device-Datei einrichten 953
 - Devices 248
 - DMA-Probleme 295
 - ins Dateisystem einbinden 248
 - KDE 559
 - Multi-Session 1008
 - NFS-Probleme 801
 - Photo-CD 251
 - physikalische Integrität testen 1014
 - schreiben 1003
 - umount-Problem 250
 - wechseln 249
- CD-RW brennen 1009
- cdda2wav 1001
- CDDb 990
- cdparanoia 1001
- cdrecord 1007
- cfdisk 260
- Channels (Gimp) 1173
- CHAP 627
- \chapter 1063
- character set 191
- chat 645
- chattr 924
- chgrp 925
- chkconfig 366
 - Beispiel 799
- CHKDSK 74
- chksession 529
- chmod 925
- chown 926
- CHS 99
- chsh 180, 861, 926
- CID-Fonts 511
- \cite 1074
- cksum 927
- classes.conf 424
- clear 927
- \clearpage 1088
- Client (Netzwerke) 595
- Client-Konfiguration 581
- clock 168
- cloneconfig 392
- cmp 927

- CMY(K)-Kanäle 1173
- Coherent-Dateisystem 237
- Color Selection (Gimp) 1158
- Communicator 681
- compact (LILO) 323
- Compiler 388
- compress 927
- connect (PPP) 629
- consolechars 162
- continue 906
- Cookies 679
- CORBA 577
- core-dump (Größe limitieren) 914
- Corel 51
- cp 927
- cpio 928
- cramfs-Dateisystem 239
- cron 310
- crondcron
 - updatedb 976
- crontab 310
 - Beispiel 385
- crtstcts (PPP) 629
- Crypto-Dateisystem 203
- csh 860
- csplit 929
- ctrlaltdel (in inittab) 362
- CUPS 417
 - Administration mit cups 422
 - Benutzeroberfläche 421
 - Druckdialoge 421
 - Drucker *disabled* 418
 - Interna 423
 - LPD-Netzwerk-Clients 805
 - Netzwerkdrucker (Client) 617, 619
 - Netzwerkdrucker (Server) 805
 - SuSE 407
 - USB-Probleme 418
 - Windows-Drucker ansprechen 621
- cups-lpd 423, 805
- cupsd 423
- cupsd.conf 424
- cupsonomatic 426
- cut 930
- Cut&Paste 508
- Cylinder (Festplatten) 99
- D**
- Dämonen 309
- Red Hat 1220
- DAT 972
- date 931
- Dateien
 - aneinander hängen 924
 - anzeigen 924
 - archivieren 969
 - auflisten 948
 - ausdrucken 401
 - Besitzer 926
 - dekomprimieren 943, 976
 - drucken 412
 - Existenztest 912
 - Grundlagen 204
 - Gruppenzugehörigkeit 925
 - Jokerzeichen 871
 - komprimieren 927, 944
 - kopieren 927, 972
 - kopieren, Beispiel mit sed 210
 - löschen 962
 - Prüfsumme 927
 - suchen 918, 937, 947, 978
 - Typ feststellen 936
 - umbenennen (reguläre Ausdrücke) 900
 - Umgang mit 122
 - vergleichen 932
 - verschieben/umbenennen 957
 - Zugriffsrechte 925
 - zusätzliche Attribute 924, 951
- Dateinamen 204
- Dateisystem 240
 - überprüfen 266
 - Administration 920
 - einrichten 953
 - ext2-Dateisystem 262
 - ext3-Dateisystem 268
 - Fragmentierung 267
 - Integritätsprüfung seltener 974
 - Konfiguration 242
 - Loopback 239
 - maximale Dateigröße 236
 - reiserfs-Dateisystem 271
 - Reparatur 934, 940
 - reparieren 266
 - Schnelleinstieg 121
 - Speicherbedarf 933
 - Typen 235, 243
 - vergrößern (ext2) 265
 - vergrößern (LVM) 285

- vergrößern (reiserfs) 273
- verschlüsseln 203
- Verwaltung 920
- virtuelles 238, 253
- Dateityp
 - Magic-Datei 234
 - siehe MIME 229
- Dateiverwaltung
 - Grundlagen 204
 - Kommandos 918
- Datenpartition 82
- Datenträger (mount) 955
- DBE (X) 496
- DCC 477
- dd 91, 329, 931
 - Beispiel 337
- DDC-Kanal 534
- ddns-update-style 775
- dead keys 80, 158
- Debian 51
- Deckkraft (Gimp) 1151
- declare 877, 906
- Decoder (MP3) 992
- Defaulteditor 168
- DEFAULT_LANGUAGE 196
- defaultroute (PPP) 629
- DEFRAG 74
- Defragmentierung
 - ext2 267
 - Windows 74
- delay (LILO) 322
- deliver 740
- demand dialing (PPP) 628, 630
 - Sicherheit 832
- depmod 379
- *.desktop (KDE) 561
- Desktop 475, 542
- deutsche Sonderzeichen 158
 - bash 861
 - Emacs 1019
 - Emacs, US-Tastatur 1047
- /dev 221
 - /cdrom 249
 - /cua 226, 635
 - /dsp 982
 - /dvd 249
 - /fd 252
 - /ftape 452
 - /hd 70
 - /input/js* 451
 - /input/mice 164
 - /input/mouse0 164
 - Interna 224
 - /js* 451
 - Liste (devfs) 228
 - Liste (herkömmlich) 225
 - /lp0 409
 - /mcd 249
 - /md 276
 - /modem 635, 641
 - /mouse 164
 - /psaux 225
 - /pts 238
 - /raw1394 465
 - /scanner 445
 - /sd 70
 - /snd 986
 - /st 452
 - /ttyLT0 634
 - /ttyS 164, 226, 635
 - /ttyS0 409
 - /usb 459
 - /usb/lp0 409
- dev (mount) 244
- dev-state 227
- devfs-Dateisystem 227, 239
- devfsd 227, 1198
- Device-Abschnitt (X) 485, 491
- device has reached maximal mount count
 - (Warnung) 267
- device is busy (Fehlermeldung) 250
- Devices 70, 216, 224, 953
 - CD/DVD-Laufwerke 248
 - devfs-Dateisystem 227
 - devfs-Dateisystem 239
 - direkt beschreiben 931
 - Drucker 409
 - einrichten 953
 - Interna 224
 - Interna (devfs-Dateisystem) 227
 - Kernel-Module 381
 - mount 244
- DeviceURI 619
- devpts-Dateisystem 238
- df 932
 - Beispiel 240
- DGA 499
- DGA2 477

- dhclient 605
- DHCP 590, 772
 - Client (SuSE) 586
 - Client (Windows) 777
 - Client starten 605
 - Client-Konfiguration 590
 - Client-Konfigurationsdateien 603
 - DNS 786
 - Hostname berücksichtigen 606
 - Server 772
 - Server (DNS) 775
 - Windows-Clients 777
 - X-Probleme mit Hostname 606
- dhcpcd 605
- dhcpcd 774
 - MTU-Einstellung 671
- dhcpcd.conf 774
 - DNS 782
- dhcpcd.leases 773
- Dial-on-Demand
 - ISDN 651
 - PPP 628
 - Sicherheit 832
- diald 628
- dialog 906
- diff 932, 1013
- dig 782
- Digital-Kameras (USB) 461
- DigitalDJ 993
- digitale Videokamera (Firewire) 462
- dircolors 167
- Direct Graphics Access 499
- dirname 907
- dirs 907
- Disk at Once (DAO)
 - cdrdao 1013
 - cdrecord 1008
- Disk Druid 1207
- Disk-Manager 319
 - für große IDE-Festplatten 100
 - Windows NT/2000/XP 77
- Disk-Quotas 203
- diskdrake 255
- DiskDrake 73
- Diskette 252
 - formatieren 935
 - KDE 559
 - MS-DOS formatieren 952
 - testen 923
 - Zugriff mit konqueror 548
- Display-Abschnitt (X) 486
- DISPLAY 306, 538
- Display-Manager 479, 526, 532
- Distributionen
 - Überblick 51
 - LaTeX 1059
 - Linux 48
 - Mandrake 1185
 - Red Hat 1203
 - SuSE 1223
 - Updates 108
- DLLs 374
- DMA-Modus 291
 - Benchmark 279
 - deaktivieren 359
 - SuSE 7.3, 8.0 1244
- dmesg 371, 933
- DNS
 - Cache-only-Konfiguration 780
 - Client-Konfiguration 590, 602
 - DHCP 786
 - PPP 625, 632
 - private Domain 783
 - Server-Konfiguration 778
 - Wartungsarbeiten 782
- dnsconf 156
- document 1063
- \documentclass 1062
- Domain-Level-Sicherheit 811
- Domain-Name 588
 - DHCP 606
- Domain-Name-Server siehe DNS 778
- DontZap 493
- Doppellizenzen 59
- DOS-Dateien konvertieren 961
- DOS-Dateisystem 237
- DOS-Disketten 918, 956
- DOS-Partition 246
- DPARAM 100, 359
- DPI (X) 523
- dpms (xset-Kommando) 539
- drakboot 1200
- drakconf 1191
- drakfloppy 1199
- drakfont 518
- drakfw 1191
- draknet
 - ADSL 663

- ISDN 652
- LAN-Konfiguration 585
- Modem 638, 640
- DrakX (Mandrake) 1186
- drakxservices 368, 795
- DRI (X) 494
 - DRI-Abschnitt (X) 497
 - Kernel-Kompatibilität 496
- DRM-Kernel-Modul 496
 - inkompatibel mit XFree86 496
- drucken 401
 - automatische Datenkonversion 410
 - Dämon (CUPS) 423
 - Dämon (lpd) 414
 - Devices 409
 - direkt über Schnittstelle 409
 - Drucker-Pool 415
 - Druckjobs verwalten 413
 - Filter 410
 - GDI-Drucker (Windows) 402
 - Gimp 1180
 - Gimp-Print 429
 - KDE/Gnome 407
 - Konfiguration 401
 - Konfigurationstipps 402
 - Linux-Server 802
 - Mandrake 403
 - MIME (CUPS) 424
 - Netzwerk 613
 - PostScript 409
 - Probleme (Firewall) 802
 - Red Hat 405
 - Samba-Client 621
 - Screenshots 441
 - Server (Samba) 826
 - Server (Unix/Linux) 802
 - Spooling-System 409
 - SuSE 406
 - Unix-Client 618
 - Warteschlange 403, 410
 - Windows-Client 621
 - zwei Seiten pro Blatt 435
- Drucker
 - SuSE 8.0 1244
- DSC 437
- DSLAM 659
- DSS1 (ISDN) 650
- du 933
- dumpe2fs 934
- dumpkeys 160
- DVD 251
 - Dateisystem 238
 - Devices 248
 - DMA-Probleme 295
 - ins Dateisystem einbinden 248
 - KDE 559
 - Videos abspielen 251
 - XVideo Extension 499
- DVI-Dateien 1052, 1091
 - ausdrucken 1100
 - betrachten 1101
- dvips 1092, 1100
- dynamic (USB-Mandrake) 1198
- Dynamic Host Configuration Protocol 772
- dynamisch gelinkte Programme 374
- dynamische IP-Adresse 631
- dynamischer Text (Gimp) 1154
- E**
- E-Mail 712
 - Absenderadresse (pine) 729
 - Account 712
 - Attachment 712
 - aus Mailbox lesen 738
 - automatisieren 740
 - Balsa 726
 - Binärdatei versenden 734
 - Clients 721
 - Evolution 727
 - HTML-Format 712
 - Interna 715
 - kmail 724
 - Konfiguration 715
 - Kopfzeilen 712
 - Mailbox-Formate 718
 - Mozilla/Netscape 4.n 724
 - Mozilla/Netscape 6.n 722
 - pine 728
 - Programme 721
 - sendmail 735
 - Standalone-Lösung 716
 - suchen 942
 - System testen 717
 - Unix-System 717
 - via PPP 738
 - webbasiert 714
- e2fsadm 286
- e2fsck 266, 934

- Beispiel 285
- ext3 269
- e2label 245
- EAZ (ISDN) 650
- Eazel 567
- Ebenen (Gimp) 1167
- echo 908, 934
- EDITOR 168
- Editoren 125
 - Emacs 1017
- ee 440
- efs-Dateisystem 236
- egcs 388
- egrep 942
- EIDE
 - siehe IDE 291
- Eingabefokus
 - Gnome 573
 - X 509
- Eingabeumleitung (bash) 866
- eject 251
- Electric Eyes 440
- ELF 375
- elm 722
- elvis 127
- \em 1064
- Emacs 1017
 - Abkürzungen 1044
 - Alt-Taste 1020
 - automatische Sicherheitskopie 471, 1022
 - Bearbeitungsmodi 1023, 1042
 - Cursorbewegung 1028
 - dynamische Abkürzungen 1044
 - Edit-Kommandos 1031
 - Ein- und Ausrückungen 1034
 - Einrückungen im Fließtext 1036
 - farbiger Text 1043
 - Fenster 1041
 - Fließtext 1035
 - font-lock-mode 1043
 - fremdsprachige Zeichen 1047
 - Konfiguration 1019
 - Meta-Taste 1020
 - Online-Hilfe 1026
 - Puffer 1040
 - Red Hat 1219
 - reguläre Ausdrücke 1038
 - Schnelleinstieg 126
 - Server-Modus 1048
 - Shell-Modus 1047
 - Suchen 1037
 - Suchen und Ersetzen 1039
 - Syntaxhervorhebung 1043
 - Tabulatoren 1033
 - Textkonsole 1025
 - Textmodus 1036
- emacsclient 1048
- emergency (Bootparameter) 357
- Emulate3Buttons 506
- enable_X11_numlock 502
- Encapsulated PostScript 1143
- Encoder (MP3) 992
- Encryption (Dateisystem) 203
- Endlosschleife (bash) 903
- enscript 433, 434
- env 194
- Environment-Variablen 877
- EPS 1143
- EPS-Dateien (\LaTeX) 1075
- epsf 1076
- epsffit 436
- equation 1079
- erweiterte Partition 69
- esd 989
- esdplay 984
- Esound 989
- /etc 221
 - /alchemist 405
 - /auto.master 250
 - /bashrc 892
 - /conf.linuxconf 157
 - /cron.daily 311, 976
 - /cron.hourly 311
 - /cron.monthly 311
 - /cron.weekly 311
 - /crontab 310
 - /cups 424, 619
 - /cups/printers.conf 619, 620
 - /devfsd.conf 227, 1198
 - /dhcpd.conf 774, 782
 - /DIR.COLORS 167
 - /exports 799
 - /fstab 242
 - /fstab (LVM) 287
 - /fstab (NFS) 610
 - /fstab (SMB) 613
 - /fstab, LABEL 245
 - /ftppasses 796

/ftpusers 796	/ppp/chap-secrets 631
/group 173	/ppp/pap-secrets 631
/gshadow 175	/pppoed.conf 672
/gtmp 171	/ppp/pap-secrets 627
/host.conf 602	/printcap 414,618,803
/HOSTNAME 600	/printcap (CUPS) 424,619
/hosts 600,737,786	/printcap (Red Hat) 405
/hosts.allow 793,834	/printcap.local 405
/hosts.allow (NFS) 800	/profile 151,891
/hosts.deny 793,834	/profile.d/* .sh 151
/hosts.deny (NFS) 800	/profile.local 151
/hotplug 457	/profile.local (SuSE) 892
/imwheelrc 507	/ptmp 171
/inetd.conf 755,793,833	/raidtab 277
/init.d 369	/rc.d/* 364
/init.d/boot 1242	/rc.config 369,605
/init.d/boot.d 1242	/rc.config (SuSE 8.0) 1241
/init.d/rc.local 369	/rc.d/rc.local 164,367
/init.d/skeleton 369	/rc.local 151
/inittab 114,361	/rc.config 159,335
/inputrc 861	/rc.d/init.d/ 365
/isapnp.conf 364,985	/resolv.conf 602,781,786
/kppp.allow 640	/route.conf 602
/ld.so.cache 376	/sane.d 444
/ld.so.conf 376	/sendmail.cf 736
/ld.so.config 377	/services 792
/lilo.conf 319,321	/shadow 175,179
/localtime 169	/shell 926
/logfile 372	/skel 173
/login.defs 176	/smb.conf 812
/logrotate.conf 372,1242	/smbpasswd 821
/lpd.perms 803	/squid.conf 788
/lvmtab 283,287	/ssh 798
/lvmtab.d 283,287	/sudoers 308
/magic 234	/SuSEconfig/profile 195
/mailcap 230	/sysconfig (SuSE 8.0) 1242
/man.config 134	/sysconfig/apmd 469
/mime.types 230	/sysconfig/autologin 527
/modules.conf 380,597	/sysconfig/clock 169
/modules.devfs 227	/sysconfig/console 162
/mtab 241,244	/sysconfig/desktop 527
/nntpserver 756	/sysconfig/harddisks 294
/nsswitch 781	/sysconfig/hardware 1244
/pam.d 1214	/sysconfig/hwconf 454
/pam.d 180	/sysconfig/i18n 162,195,196
/passwd 172	/sysconfig/ipchains 837,1209
/pcmcia 467	/sysconfig/iptables 837
/pcmcia 467	/sysconfig/isdn* 657
/ppp 626,629	/sysconfig/keyboard 159

- /sysconfig/network* 605
- /sysconfig/network* 602, 604, 658
- /sysconfig/network* 642
- /sysconfig/pcmcia 467
- /sysconfig/rhn/* 1216
- /sysctl.conf 387
- /syslog.conf 370
- /usb/default.conf 457
- /usbmgr 458
- /wvdial.conf 642, 645
- /wwwoffline 700
- /X11/prefdm 527
- /X11/wmsession.d 529
- /X11/XF86Config 481
- /X11/XF86Config-4 481
- /xinetd.conf 794
- /xinetd.d/* 794
- /xinetd.d/leafnode 755
- Ethernet-Karte
 - IP-Adresse 593
 - konfigurieren 597
 - MAC-Adresse 773
 - modules.conf 383, 597
 - PCMCIA 467
- \EUR 1068
- \euro 1068
- Euro-ISDN 650
- Euro-Symbol
 - Darstellung in KDE 554
 - Darstellung in Textkonsolen 163
 - Eingabe in Textkonsole 160
 - L^AT_EX 1068
 - X 503
- euro.map 160
- eval (bash) 908
- Evolution 727
- exec (bash) 908
- exec (mount) 244
- exit 860, 908
- expand 935
- Expansion von Dateinamen 863
- Expert-Installation (Red Hat) 1205
- EXPLORE2FS 263
- export 877, 909
- exportfs 800
- exports 799
- expr 909, 935
- ext2-Dateisystem 235, 243, 262
 - formatieren 953
 - Konvertierung zu ext3 269
 - Reparatur 934
 - Systemparameter 974
 - Windows-Zugriff 263
- Ext2FS Anywhere 263
- ext2resize 266
- ext3-Dateisystem 268
- Extended INT13 Functions 99, 330
- externe Modems 633
- extmod-Modul (X) 493
- extractres 436
- EZ-Drive 319
- F
- Füllen (Gimp) 1146
- FAQ 139
- Farben (Gimp) 1148
- Farben in der Textkonsole 163
- Farbpalette wiederherstellen 962
- Farbverlauf (Gimp) 1148
- FAT 246
- Fax (KDE) 408
- fbdev-Treiber (X) 491
- \fbbox 1071
- \fcolorbox 1098
- fdformat 935
- fdisk 255, 936
 - Bedienung 256
 - LVM-Partition 282
 - Tastenkürzel 260
- FDISK (Windows) 69, 73
- Feathered Selection (Gimp) 1160
- feste Links 212
- Festplatte
 - Bootparameter 358
 - defragmentieren 74
 - formatieren 69, 953
 - freier Speicher 932
 - Geometrie 99
 - Grundlagen 99
 - Optimierung (DMA) 291
 - partitionieren, Linux 81
 - partitionieren, Windows 9x/ME 72
 - partitionieren, Windows NT/2k/XP 77
 - Standby-Modus 471
 - USB 461
- fetchmail 717, 738
- fetchmsttfonts 516
- fetchnews 757

- fg 299, 936
- fgrep 942
- FHS 220
- FIFO 867
- figure 1075
- file 909, 936
- Files-Abschnitt (X) 492
- Files-Abschnitt (X, Fonts) 513
- Filesystem Hierarchy Standard 220
- Filter
 - drucken 410
 - drucken (Server) 806
 - Gimp 1174
 - IP-Paketfilter 834
- find 937
 - Beispiel 209, 972, 995
- find-scanner 445
- FIPS 75
- Firewall 828
 - Beispiel (ipchains) 844
 - Beispiel (iptables) 854
 - Druckprobleme 802
 - FTP 703
 - Mandrake 837
 - Paketfilter 834
 - Red Hat 837, 1209
 - SuSE 7.2 838
 - SuSE 8.0 1233
- Firewire 462
 - CD-R 1012
 - Geräte 464
 - Module 463
- First Time Wizard (Mandrake) 1191
- fixfmps 436
- fixmacps 436
- fixscribeps 436
- fixtpps 436
- fixwfwps 436
- fixwpps 436
- fixwwps 436
- Flash (Plugin) 691
- Flip (Gimp) 1165
- floating selection (Gimp) 1163
- floppy (KDE) 548
- \flushbutton 1089
- Fokus (X) 509
- fold 940
- font-lock-mode 1043
- Font-Server (X) 514
- FontPath 513
- Fonts 192
 - Gimp 1152
 - KDE, Probleme 562
 - X 509
 - X (Typen) 510
- fonts.dir 510, 512
 - Unicode 522
- fonts.scale 512
 - Unicode 522
- L^AT_EX 1125
- \footnote 1074
- \footnotesize 1065
- for (bash) 897, 910
- forcefsck 267
- FORMAT (Windows) 69
- formatieren
 - Diskette 935
 - ext2-Dateisystem 263
 - ext3-Dateisystem 269
 - Festplatte/Partition 953
 - reiserfs-Dateisystem 272
- Fotodruck
 - Druckerkonfiguration 402
 - Druckertreiber 429
 - Gimp 1181
 - Turboprint 430
- \frac 1081
- Fragmentierung 267
- Framebuffer (X) 491
- Fraunhofer Gesellschaft 997
- free 940
- Free Software Foundation 58
- freeamp 993
- FreeBSD-Dateisystem 237
- freedb 990
- freetype (X-Modul) 513, 515
- freier Speicherplatz 932
- fremdsprachige Zeichen (Emacs) 1047
- Freshmeat 143
- fsck 940
- fsconf 156
- FSDEXT2 263
- FSF 58
- FSSTND 220
- fstab 242
 - NFS 610
 - SMB 613
- ftp-Kommando 704

- reget 705
- FTP 703
 - Client 703
 - konqueror 550
 - Linux-Installation 92
 - Masquerading 771
 - passiver Modus 703
 - Server 796
 - Server(sftp) 798
- ftpd 796
- ftpusers 796
- Fußnoten 1074
- function 910
- Fuzzy Selection (Gimp) 1158

G

- G.Lite 659
- G2 RealPlayer 1000
- gaim 675
- Galeon 680
- gamix 983
- Gateway 590
 - Client-Konfiguration 602
 - Server-Konfiguration 766
- gcc 388
- gconfd-1 578
- GDI-Drucker 402
- gdm 535
- gdm.conf 535
- gdmconfig 535
- gears 498
- Gecko 680
- Gedankenstrich
 - \LaTeX 1066
 - LyX 1121
- german(\LaTeX) 1062
- getafm 436
- getty 362
- ggv 432
- GhostScript 426
 - Druckertreiber 429
- ghostview 430
- GID 172
 - fstab 247
- GIF 1142
 - Animation 1171
 - Patent 1142
- Gimp 1131
 - Abstand 1151
 - abwedeln 1151
 - Airbrush 1145
 - Alpha-Kanäle 1174
 - Anti-Aliasing 1154, 1160
 - Auswahl 1155
 - Autocrop 1171
 - Beispiele 1134
 - Bezier-Auswahl 1159
 - Blend 1148
 - Border(Text) 1154
 - Bucket Fill 1146
 - Channel Decompose 1173
 - Channels 1173
 - Color Selection 1158
 - Dateiformate 1141
 - Deckkraft 1151
 - drucken 1180
 - dynamischer Text 1154
 - Ebenen 1167
 - Füllen 1146
 - Farben 1148
 - Farbmanipulation 1175
 - Farbverlauf 1148
 - Feathered Selection 1160
 - Filter 1174
 - floating selection 1163
 - Fonts 1152
 - freie Auswahl 1157
 - Fuzzy Selection 1158
 - Glanzlichter 1151
 - Gradient Fill 1148
 - Hilfslinien 1139
 - Ink 1145
 - intelligente Schere 1157
 - Kanäle 1173
 - Kantenglättung 1154, 1160
 - Konfiguration 1178
 - kopieren und einfügen 1165
 - Lasso-Funktion 1157
 - Layers 1167
 - Malwerkzeuge 1144
 - Markierungen 1155
 - Markierungen transformieren 1166
 - Markierungen verändern 1161
 - Markierungen verschieben 1165
 - Masken 1172
 - Menü 1138
 - Menüschriftgröße 1180
 - nachbelichten 1151

- Opacity 1151
- Paintbrush 1145
- Pencil 1145
- Plugins 1177
- PostScript-Export 1143
- PostScript-Import 1143
- Quick Mask 1162
- Radierer 1145
- Resize Image/Layer 1170
- Scale Image/Layer 1170
- scannen 1132
- schärfen 1150
- Schriftarten 1152
- schwebende Auswahl 1163
- Script-Fu 1176
- Selections 1155
- Stroke 1166
- Swap-Datei 1179
- Tastenkürzel 1182
- Text 1152
- Tinte 1145
- Transparenz 1170
- Umrissauswahl 1157
- Undo-Ebenen 1179
- Vereinigung abtasten 1151, 1160
- verschmieren 1151
- weichzeichnen 1150
- Zauberstab 1158
- Zeichenmodus 1151
- Gimp-Print
 - GhostScript 429
 - Gimp 1180
- gimprc 1178
- GKB (Gnome Keyboard Switcher) 567
- GL (Open GL) 493
- Glanzlichter (Gimp) 1151
- glibc 375
 - Zeitzone 169
- Glide 494
- GLX 494
- glxinfo 497
- gmc 570
- gmenu 567
- gmix 983
- GMT (Greenwich Mean Time) 168
- GMX 714
- Gnome 565
 - Applets 566
 - CD-ROM autorun 251
 - drucken 407
 - E-Mail 726
 - Eingabefokus 573
 - Esound 989
 - Euro 195
 - Feedback beim Programmstart 573
 - Font-Probleme 195
 - Galeon 680
 - gdm 535
 - Hilfe 140
 - Ländereinstellung 572
 - Magic-Datei 234
 - magicdev 251
 - MIME 233
 - Mini-Commander 566
 - Nautilus 567
 - News-Reader 749
 - Panel 566
 - Schnelleinstieg 117
 - Session 573
 - Sound-System 989
 - Startprobleme 105
 - Tastatur 567
 - Tastenkürzel 576
 - versus X 116
 - Verzeichnisse 578
 - Window Manager 573
 - Ximian 574
 - Zeichensatz 195
- gnome-help-browser 140
- gnome-terminal 537, 571
- gnome-vfs.keys 233
- gnome-vfs.mime 233
- gnomecc 572
- gnorpm 1214
- GNU 57
- GNU General Public License 58
- gocr 447
- GOGO (MP3) 998
- Google 142
- gpasswd 175
- GPL 58
- gpm 164
- GQmpeg 993
- Grabber (Audio-CDs) 1001
- Gradient Fill (Gimp) 1148
- Grafikkonvertierung 438
- grep 941
 - Beispiel 1014

grepmail 942
griechische Buchstaben (L^AT_EX) 1084
grip 990,1002
groupadd 943
groupdel 943
groupinfo (leafnode) 757
groupmod 943
groups 178,943
GRUB 346
 devfs aktivieren 227
 Festplattenamen 350
 Installation (Diskette) 351
 Linux starten 355
 Menüdatei 354
 Minimalinstallation 351
 Partitionsnamen 350
 Passwortschutz 355
 Windows starten 355
grub-install 351
grub-md5-crypt 355
grub.conf 349
Gruppen 173
 Eigenschaften verändern 943
 einrichten 943
 Gruppenzugehörigkeit 925
 löschen 943
 neue Dateien 219
 Samba 826
 verwalten 920
 von Dateien 215
gs 426,429
gscanbus 464
gsox 999
gtcd 990
Gtk 543
gtklp 422
gtkrc 1180
gtop 300
guest account 824
guest ok 824
guest only 824
GUM 1134
gunzip 943
gv 432
gzip 944

H

Hacker-Kernel 387
halt 944

harddrake 454
Hardware 449
 Devices 224
 Devices (devfs-Dateisystem) 227
 Referenz 450
Hardware-RAID 275
hash 944
Hayes-AT-Kommandos 635
hd0,0 (GRUB) 350
hdparm 292
 Standby-Modus für Festplatten 471
hdx 359
head 945
Head (Festplatten) 99
Heimatverzeichnis 121,172
\hfill 1086
HFS-Dateisystem 237
 Hybrid-CDs 1006
hid (USB-Modul) 456
hilfe 1238
Hintergrundprozesse 299
/home 221
Home-Verzeichnis 121
host 782
host.conf 602
hostname 588,600,945
 DHCP 606
hosts 600
 DNS-Client 786
hosts.allow 793,834
 NFS 800
hosts.deny 793,834
 NFS 800
Hotmail 714
hotplug 457
HOWTO 137
HP-Druckertreiber 430
hpcdtoppm 440
hpdj-Druckertreiber 430
hpfs-Dateisystem 237
hpijs-Druckertreiber 430
HTML 676
 L^AT_EX 1098
 PostScript-Konverter 435
HTML-Mail 712
html2ps 435
HTTP
 https-Protokoll 678
 Linux-Installation 92

- Protokoll 676
- Proxy 787
- hwbrowser 455
- hwclock 168
- hwconf 367, 368, 454
- Hybrid-CDs
 - HFS (Apple Macintosh) 1006
 - Joliet (Microsoft) 1005
 - Rockridge (Unix) 1005
- I**
- I-Nodes (Dateisystem) 264
- i.Link 462
- i18n 191
- i18n 195
- i4l (Init-V) 658
- IBM
 - Dateisystem 236
 - ibmcam (USB-Modul) 462
 - Java-Interpreter 694
 - Omni-Druckertreiber 430
- ICMP 588, 836
- Icons (Nautilus) 568
- id 945
- ID3-Tags (MP3) 995
- IDE 70
 - CD-R-Laufwerke konfigurieren 1010
 - Streamer 452
- IDE-Festplatten
 - Bootparameter 358
 - DMA-Modus 291
 - größer 127 GByte 100
- ide-scsi
 - Bootparameter 359
 - CD-R-Laufwerke 1010
- idle (PPP) 630
- IEEE 1394 siehe Firewire 462
- ieee1394 (Firewire-Modul) 463
- if (bash) 893, 910
- ifcfg-*.Dateien (Red Hat) 605
- ifconfig 599
- ifdown-*.Dateien (Red Hat) 605
- ifup-*.Dateien (Red Hat) 605
- Image Magick 440
- IMAP 715
- imwheel 507
- inbox 731
- Inbox (E-Mail) 713
- includeres 436
- \index 1079
- Index 1079
- Indexbeispiel 1079
 - kursive Seitenziffer 1079
 - kursiver Eintrag 1079
 - Sonderzeichen % \ 1079
 - Subeintrag 1079
 - Subeintrag Courier 1079
- inetd 792
 - CUPS 423
 - SuSE 1243
- inetd.conf 793, 833
- info 134
- Inhaltsverzeichnis
 - L^AT_EX 1072
 - LyX 1118
- init 359
- init (Bootparameter) 357
- Init-V-Prozess 309
 - Grafikmodus 368
 - ISDN 657
 - Kernel-Parameter 387
 - LVM 286
 - Mandrake 368
 - Netzwerk-Interface aktivieren 605
 - NFS 799
 - Protokoll 372
 - Red Hat 366
 - restart/reload 365
 - Splash-Bildschirm 370
 - SuSE 369
 - SuSE 8.0 1242
 - X starten 361, 479
- init.d 365
- initdefault (in inittab) 362
- Initial-RAM-Disk 333, 358
- initrd
 - Bootparameter 358
 - LILO 324, 332
- inittab 114, 361
- Ink (Gimp) 1145
- inn 754
- \input 1096
- InputDevice (X/Maus) 505
- InputDevice (X/Tastatur) 500
- inputrc 861
- insmod 378
- insserv 369, 1243
- install (GRUB) 352

- Installation 61, 63
 - 1024-Zylinder-Limit 98
 - Benutzerverwaltung 86
 - Grafikmodus 87
 - Grundkonfiguration 86
 - Linux deinstallieren 110
 - Mandrake 1186
 - Mausauswahl 80
 - Monitor 87
 - Netzwerkkonfiguration 87
 - partitionslos 95
 - Probleme 96
 - Red Hat 1204
 - root-Passwort 86
 - SuSE 1225
 - Tastaturprobleme 97
 - UMSDOS 95
 - Updates 108
 - Varianten 91
 - via Netzwerk 92
 - von der Festplatte 92
 - Windows-Installation 95
- Instant Messaging 675
- \int 1081
- INT-13-Funktion 99, 330
- intelligente Schere (Gimp) 1157
- IntelliMouse (X) 507
- InteractiveBastille 837
- Interface 589
- Interlace-Modus 492
- Internationalisierung 190
- interne Modems 633
- Internet 581
 - ADSL 659
 - Dienste 596
 - E-Mail 712
 - FTP 703
 - Gateway (Client-Konfiguration) 602
 - Gateway (Server-Konfiguration) 766
 - Grundlagen 587
 - ISDN 650
 - Masquerading 766
 - Modem 632
 - News 741
 - Offline-Zugang (WWW) 699
 - Router 766
 - Sicherheit 828
 - WWW 676
- Internet Printing Protocol 417
- Internet Service Provider 45
- internet-druid
 - ISDN 654
 - Modem-Konfiguration 642
- inverse Textdarstellung 163
- IO-Slaves (KDE) 551
- iocharset (mount) 247
- ioptions 629
- IP-Adresse 589, 591
- IP-Filter 834
 - Beispiel (ipchains) 844
 - Kernel 2.2 838
 - Kernel 2.4 848
 - Red Hat 1209
- IP-Nummer 589, 591
- IP-Ports 588
 - Liste 834
- IP-Spoofing 848
- ipchains 840
 - Beispiel 844
 - Grundlagen 838
 - Masquerading 768
 - Syntax 841
- IPng 594
- IPP 417
- ippd 657
- iptables 848
 - Beispiel 854
 - Masquerading 769
 - Syntax 851
 - transparenter Proxy-Cache 790
- IPv6 594
- IRC (Internet Relay Chat) 675, 683
- ISA-Plug&Play 364, 985
- isapnp 985
- ISDN 396, 650
 - Init-V 657
 - Interna 657
 - Mandrake 652
 - Red Hat 653
 - SuSE 655
 - USB 461
- isdn-config 653
- isdnctrl 656, 657
- ISO-10646-Zeichensatz 192, 197
- ISO-8859-Zeichensätze 191
- iso-accent-mode 1047
- ISO-Image 1004
- ISO-Latin 1 961

iso9660-Dateisystem 238, 243

isolatin1 (L^AT_EX) 1062

ISP 45

ispell 1122

\it 1064

itemize 1070

\itseries 1064

J

Java 678, 693

 konqueror 697

 Mozilla 697

 Netscape 697

 Opera 697

JavaScript 677

jed 126

JetDirect (HP-Netzwerkdrucker) 614

jffs-Dateisystem 239

jfs-Dateisystem 236

 LILO 332

joe 126

Jokerzeichen 207, 871

 grep 941

 Komplikationen 209

Joliet-CD-ROMs 238, 1004

journal (ext3-Modus) 270

Journaling 235

 ext3 268

 reiserfs 271

jove 126

Joystick 451

JPEG 1142

jscal 451

jscalibrator 451

jstest 451

JVM 693

K

Kameras 461

Kameras (USB) 461

Kanäle (Gimp) 1173

Kantenglättung

 Gimp 1160

 siehe Anti-Aliasing 519

Kantenglättung (Gimp) 1160

kapabilities 1214

kapm-idled 470

karchivreur 553

kate 552

kbear 704

kcontrol 553

KDE 545

 Animationen 559

 Anti-Aliasing 520

 Applets 547

 arTs 988

 CD-ROM-Icon 559

 Desktop wiederherstellen 561

 Disketten-Icon 559

 drucken 407

 E-Mail 724

 Feedback beim Programmstart 556

 geänderte Netzwerkkonfiguration 777

 Hilfe 140

 Hilfesystem 558

 Interna 561

 Java 697

 kdm 533

 keine Fonts 562

 Konfiguration 553

 konqueror 548

 Magic-Datei 234

 MIME 231

 MP3-Konfiguration 995

 Netzwerkkonfiguration (LAN) 556

 News-Reader 749

 Notebook 470

 Panel 547

 PPP-Konfiguration 637

 Probleme 562

 scannen 447

 Schnelleinstieg 116

 Sound-System 988

 Startprobleme 105

 su 307

 Tastatur 501

 Unicode 198, 560

 versus X 116

 Verzeichnisse 561

 X-Ressourcen 525

 Zeichensatz 554

kdeinit 561

kdesu 307

kdf 553

kdm 533

 Probleme 534

kdmrc 533

kdvi 552

kedit 552

- Kernel 41, 387
 - Bootmeldungen 371
 - Bootoptionen 102, 356
 - Bootoptionen (GRUB) 349
 - Bootoptionen (LILO) 324
 - Compiler 388
 - Einstellungen ändern 387
 - Hotplug-Funktion 457
 - inkompatibel mit X (DRI/DRM) 496
 - installieren 398
 - IP-Filter 838, 848
 - kompilieren 385, 398
 - Konfiguration feststellen 392
 - konfigurieren 391
 - Meldungen anzeigen 933
 - Module 377
 - neueste Version 389
 - Optionen 381
 - Optionen (GRUB) 349
 - Optionen (LILO) 324
 - Parameter 387
 - Patches 389–391
 - Sound-Module 984
 - verändern 960
- kernel 378, 380
- keys-Dateien (Gnome MIME) 233
- kghostview 432, 552
- khelpcenter 140, 558
- Kickstart-Installation (Red Hat) 1206
- kill 302, 945
- killall 302, 946
- kinternet 644
- kisdn 652
- kisdnload 651
- KJAS 697
- kjournal 271
- kjukebox 993
- Klammererweiterung 872
- Klammern (\LaTeX) 1082
- Klassen (Drucker-Pool) 415
- klilo 343
- Klipper 547
 - Konfiguration 558
- klogd 370
- klpq 413
- KLyX 1106
- kmag 553
- kmail 724
 - Mailbox-Import 725
- kmailcv 719
- kmenuedit 556
- kmix 983
- kmod 378
- KMozilla 685
- knode 749
- Kodak Photo-CD 440
- KOffice 46
- Kommandoreferenz
 - alphabetisch 922
 - Programmierung 903
 - thematisch 918
- Kommandos 298
 - ausführen 869
 - bedingt ausführen 870
 - Eingabe 863
 - im Hintergrund ausführen 869
 - Kommandointerpreter 860
 - Optionen 922
 - siehe auch Prozesse 298
 - starten 298
 - starten (bash) 864
 - Substitution (bash) 873
- komprimieren
 - Dateien 919, 927
 - Mailboxes 720
- Konfiguration 147
 - bash 861
 - Benutzer einrichten 170
 - Bootvorgang 316
 - Dateisystem 242
 - Emacs 1019
 - inverser Text 163
 - KDE 553
 - Kernel 385, 391
 - LAN 581
 - LILO 319
 - Maus 164
 - Maus unter X 505
 - Netzwerk 581
 - OSS/Lite 985
 - Passwort 177
 - pine 729
 - Prompt 862
 - Schriftart 162
 - Tastatur (Textkonsole) 158
 - Tastatur unter X 500
 - Textkonsole 158
 - X 481

Zeitzone 168
 konqueror 548
 ActiveX-Plugins 690
 Java 697
 MP3-Konfiguration 995
 Plugins 691
 Webbrowser 685
 konsole 537
 Tastatur 552
 konsole (KDE) 552
 Konsole
 ausländische Zeichen eingeben 160
 mehr als sechs 362
 Schriftart 162
 Tastatur 158
 Unicode 197
 wechseln 118
 kontrol-panel 1213
 Konverter (Grafik, PS etc.) 432
 kooka 447
 Kopf (Festplatten) 99
 Kopfzeilen (L^AT_EX) 1088
 kpackage 189
 Kpathsea-Library 1060
 kpersonalizer 546
 kpm 300, 553
 kppp 637
 krabber 1002
 kscd 990
 ksh 860
 ksnapshot 442, 553
 ksysguard 300, 553
 ksysv 365
 ktop 300
 ktune (PPP) 630
 kudzu 367, 368, 454
 kups 422
 Netzwerkdrucker 617
 kupsdconf 423
 kuser 171
 kview 440, 552
 kwintv 499
 kwrite 552
 kwuftpdp 797
 kyudit 199

L

\label 1073
 label (LILO) 324
 LABEL (in /etc/fstab) 245
 Lambda 198
 LAME (MP3) 998
 LAMP 45
 LAN 581
 Browser (KDE) 550
 Browser (KDE, Konfiguration) 556
 Information Server 556
 Netzwerkkonfiguration 582
 Sicherheit 828
 LANG 193
 LANGUAGE 195
 Laptop *siehe* Notebook 93
 \large 1065
 Lasso-Funktion (Gimp) 1157
 L^AT_EX 1052
 Abbildungen 1075
 Aufzählungen 1070
 Bindestrich 1066
 Dateien suchen 1060
 Dateien werden nicht gefunden 1060
 deutsche Sonderzeichen 1062
 Distributionen 1059
 EPS-Dateien 1075
 Euro-Symbol 1068
 Fehlersuche 1054
 Fußnoten 1074
 Gedankenstrich 1066
 graue Boxen 1098
 griechische Buchstaben 1084
 HTML-Konvertierung 1098
 Inhaltsverzeichnis 1072
 Klammern 1082
 Kopfzeilen 1088
 Kpathsea-Library 1060
 lange Texte 1096
 Layout 1085
 Listings 1067
 Literaturverzeichnis 1074
 ls-R-Datenbank 1060
 L^AX 1104
 Maßangaben 1087
 Makros 1095
 mathematische Formeln 1079
 mathematische Sonderzeichen 1083
 Matrizen 1083

- mehrspaltiger Text 1070
- Minipages 1070
- PDF 1099
- PostScript 1090
- PostScript-Schriftarten 1094
- Querverweise 1073
- Rahmen 1071
- Schriftarten 1064
- Schriften (Interna) 1090
- Seitenränder 1089
- Seitenumbruch 1088
- Sonderzeichen 1066
- Stichwortverzeichnis 1078
- Syntaxboxen 1098
- Tabellen 1068
- Tastensymbole 1097
- Trennungen 1085
- Verzeichnisbaum 1059
- Zeichensatzdateien 1093
- Zeilenumbruch 1087
- latex2html 1098
- latexauto 902
- Latin-9-Zeichensatz (mit Euro) 192
- Latin-Zeichensätze 191
- Laufwerksbuchstaben (A:, C:, D:) 240
- Lautsprecher (Modem) 647
- Layers (Gimp) 1167
- lba 330
- LBA-Modus 100
- lba32 (LILO) 322
- LC_ALL 193
- LC_COLLATE 193
- LC_CTYPE 193
- LCD 476
- LC_MESSAGES 193
- LC_MONETARY 193
- LC_NUMERIC 193
- lcp (PPP) 630
- lcp-echo-interval 668
- LC_PAPER 193
- LC_TIME 193
- LC_TYPE 190, 196
- ldconfig 376
- ldd 375, 946
- LD_LIBRARY_PATH 376
- LDP (BSD)
 - CUPS-Server verwenden 805
- ld.so 376
- leafnode 754
- \left 1082
- less 125, 946
 - /proc-Dateien 312
 - Konfiguration 165
 - Unicode 166
- LESSCHARSET 165
- lesskey 166
- LESSOPEN 165
- lesspipe.sh 165
- let 877
- LFS 236
- LGPL 58
- /lib
 - /dev-state 227
 - /modules/*/modules.dep 379
 - /modules 378, 398
- libc 375
- libc5 375
- libdc1394 (Bibliothek) 465
- libGL.so 495
- libGLwrapper.so 495
- Libraries 374
 - Motif 690
- libraw1394 (Bibliothek) 465
- libXM.so 690
- LILO 316
 - 1024-Zylinder-Limit 330
 - Alternativen 343
 - Bedienung 318
 - devfs aktivieren 227
 - entfernen 330
 - Fehlermeldungen 339
 - globale Optionen 322
 - Grafikmodus 341
 - Interna 319
 - Konfiguration 321
 - Linux-Image-Optionen 324
 - LVM 332
 - Menü 341
 - RAID 332
 - Reboot 340
 - reiserfs 332
 - SCSI 332
 - Sicherheitskopie 329
 - Startprobleme 102
 - Windows NT/2000 336
- lilo.conf 319, 321, 322, 399
- \limit 1081
- Line Feed 961

- linear (LILO) 323
- Links 212, 947
- Linus Torvalds 56
- Linux 40
 - Bootvorgang 316
 - deinstallieren 110
 - Distribution 48
 - Entstehung 56
 - Installation 61, 63
 - Kernel kompilieren 385
 - Kernel-Module 377
 - Konfiguration 147
 - Linux Standard Base 51
 - Shutdown 113
 - Sicherheit 55
 - Stabilität 54
 - Startprobleme 102
 - Startprotokoll 371
 - Systemveränderungen 107
 - Updates 108
 - via DOS starten 345
 - Voraussetzungen 62
- linuxconf 152
 - Benutzerverwaltung 171
 - LILO 342
- lisa 556
 - konqueror 550
- Literaturverzeichnis
 - TEX 1074
 - LYX 1118
- Live-System 49
- Lizenzen 58
- ln 212, 947
- loadkeys 158
- LOADLIN.EXE 345
- local 910
- locale 193
- locale_config 195
- Locales/Internationalisierung 190
- localhost 589, 600
- localtime 169
- locate 947
 - SuSE 8.0 1241
- lock (PPP) 630
- Locking-Datei
 - gewaltsames Ende 303
 - Netscape 682
 - PPP 630
 - serielle Schnittstelle 636
- Logging-Dateien 370
 - logdrake 1192
 - SuSE 8.0 1242
 - X 480
- Logical volume 282
- Logical Volume Manager 280
- Login 112
 - Login-Shell 891
 - Login-Shell ändern 180
 - Name 172
 - verhindern 823
- login.defs 176
- logische Partition 69
- logname 948
- logout 948
- logrotate 372
 - SuSE 8.0 1242
- lokale Netze 581
 - Sicherheit 828
- lokale Variablen 877
- Lokalisierung 190
- Loopback-Device 239
 - Initial-RAM-Disk 334
 - ISO-Image testen 1006
- Loopback-Interface 588, 589, 593
 - Abbildung 840
- lostfound 221, 266, 940
- lp 418
- lpadmin 420
- lpd 414
 - CUPS 423
- LPD (BSD) 412
 - Netzwerkdrucker (Client) 618
 - Netzwerkdrucker (Server) 803
- lpdfilter 1244
- lphelp 420
- lpinfo 419
- lpoptions 420, 424
- lpq 413
 - CUPS-Syntax 418
- lpr 947
 - CUPS-Syntax 418
 - Syntax 412
- lprm 413
- LPRng 415
 - Konfigurationsdateien 416
 - Netzwerkdrucker (Client) 618
 - Netzwerkdrucker (Server) 803
- lpstat (CUPS) 420, 619

- lpstat (LPRng) 416
- lrbox 1098
- ls 215, 948
 - Farben 167
- lsattr 951
- LSB 51
- LS_COLORS 167
- lsmode 379
- LS_OPTIONS 167
- lspci 451, 486, 985
- ltmodem 634
- Lucent (WinModem) 634
- Lucid-Emacs 1018
- lva 290
- lvcreate 284
 - striping 289
- lvdisplay 288
- lvextend 285
- LVM 280
 - Administrationshilfen 290
 - Dateisystem vergrößern 285
 - Init-V-Scripts 286
 - Konfigurationsdateien 287
 - LILO 332
 - RAID 289
 - Root-Partition 288
 - SuSE 290
 - SuSE ab Version 7.3 1234
 - Swap-Partition 289
 - Systempartition 288
 - volume group vergrößern 286
- lvmcreate_initrd 288
- lvmscan 287
- Lynx 688
- LyX 1103
 - Abbildungen 1113
 - Absatzformatierung 1109
 - Bildschirmdarstellung 1125
 - Bindestrich 1121
 - Dokumentlayout 1111
 - Fehler 1122
 - Fonts 1125
 - Gedankenstrich 1121
 - Inhaltsverzeichnis 1118
 - Konfiguration 1123
 - Literaturverzeichnis 1118
 - lyxcode (Absatzformat) 1109
 - mathematische Formeln 1119
 - Querverweise 1118
 - Rechtschreibprüfung 1122
 - Seitenumbruch 1122
 - Sicherungskopie 1126
 - Stichwortverzeichnis 1118
 - Tabellen 1115
 - Tastenkürzel 1126
 - Tastenkürzel Mathematik 1129
 - Vorlagen 1113
 - Zeichenformatierung 1111
- lyxrc 1123
- M**
- M3U-Dateien 992
 - selbst erstellen 995
- m4 736
- MAC-Adresse 773
 - ermitteln 776
- MacOS-Dateisystem 237
- Macromedia Flash 691
- Magellan 722
- Magic-Dateien 234
- magicdev 251
- Magicfilter (drucken) 411
- mail 722
- MAIL (Variable) 878
- Mail Delivery Agent 740
- Mail siehe E-Mail 712
- Mail Transport Agent 717
- Mailbox 713
 - Formate 718
 - komprimieren 720
 - Konverter 719
- mailcap 230
 - MP3-Beispiel 996
- mailconf 156
- maildir-Format (E-Mail) 718
- mailq 738
- Major Device Number 224
- makeindex 1079
- MakeTeXPK 1092
- makewhatis 131
- Makros (\LaTeX) 1095
- man 130
- Mandrake 52, 1185
 - 3D-Grafik-Bibliothek 495
 - ADSL-Konfiguration 663
 - Aurora 368, 1198
 - Benutzerverwaltung 170
 - Besonderheiten 1197

- Bootdiskette erstellen 1199
- CD-R-Laufwerke 1010
- CUPS für LPD-Clients einrichten 806
- DHCP-Client starten 606
- DHCP-Client-Konfiguration 604
- DMA-Modus 294
- drucken 403
- Drucken (im Netz) 615
- Firewall 837
- First Time Wizard 1191
- Fonts installieren 518
- GLX-Bibliotheken 495
- GRUB-Konfiguration 1200
- Hardware-Änderungen 454
- imwheel 507
- Init-V-Besonderheiten 368
- Initial-RAM-Disk (LILO) 335
- Installation 1185
- Internet (ADSL) 663
- Internet (Modem) 638, 640
- ISDN 652
- ISDN-Interna 657
- Kernel-Konfiguration 393
- Konfigurations-Tools 1191
- Konsolenschriftart einstellen 162
- LILO Grafikmodus 341
- LILO-Konfiguration 1200
- Logging 372
- Lokalisierungseinstellung 195
- LVM 286
- MIME 231
- Modemkonfiguration 638, 640
- Netzwerk-Client-Konfiguration 599
- Netzwerkdrucker (Server) 805
- Netzwerkinitialisierung 605
- Netzwerkkonfiguration 585
- NumLock 502
- Paketmanager 1194
- Server-Konfiguration 1193
- Start mit Installations-CD 1199
- Startverhalten einstellen 1200
- supermount 250, 1198
- Tastatur 159
- TrueType-Fonts 518
- Update-Manager 1195
- USB-Verwaltung 457
- X-Konfiguration 482
- X-Startprozess 529
- xinetd-Konfiguration 795
- Zeit 169
- MANPATH 134, 878
- \markboth 1088
- Markierungen (Gimp) 1155
- marvosym 1068
- Masken (Gimp) 1172
- Masquerading 766
 - FTP 703, 771
 - Interna 839
 - MSS Clamping 672
 - Probleme 771
 - SuSE-Firewall 838
- Master Boot Record 89, 319
- mathematische Formeln
 - L^AT_EX 1079
 - LyX 1119
- mathematische Sonderzeichen 1083
- Matrizen (L^AT_EX) 1083
- mattrib 951
- Maus
 - blockiert 302
 - IntelliMouse (X) 507
 - Probleme 106
 - Text kopieren 115
 - Textmodus 164
 - USB 164, 461
 - X 505, 508
- Mausauswahl
 - während der Installation 80
- maxcpus (Bootparameter) 358
- mbox-Format (E-Mail) 718
- MBR 89, 319
 - Sicherungskopie 329
- mc 206
- mcid 951
- mcoppy 951
- md5crypt (GRUB) 355
- md5sum 952
- mdel 952
- mdir 952
- MDMA-Modus 292
- /media 222
- mem (Bootparameter) 358
- menu.lst (GRUB) 349
- menudrake 1198
- menurc 1180
- Messenger (Netscape)
 - News 748
- Meta-Taste (Emacs) 1020

- Metafont 1090
- mformat 952
- Microsoft
 - Netzwerkgrundlagen 808
 - siehe Windows 63
 - TrueType-Fonts 516
- Midnight-Commander 206
- MIME
 - CUPS (drucken) 424
 - E-Mail 713
 - Gnome 233
 - KDE 231
 - Konfiguration 229
 - MP3-Beispiel 995
 - Netscape 231
 - RealPlayer 1000
- mime.convs 424
- mime.types 230, 424
 - MP3-Beispiel 996
- mingetty 362
- Mini-Commander (Gnome) 566
- minipage 1070
- minix-Dateisystem 237
- Minix 237
- Minor Device Number 224
- Mirror 703
- Mirroring 274
- MIT-Lizenz 59
- mkbootdisk
 - Mandrake 1190, 1200
 - Red Hat 1221
- mkdir 952
- mke2fs 263
 - ext3 269
 - LVM-Beispiel 284
- mkfifo 953
- mkfontdir 512
 - Unicode 522
- mkfs 953
- mkhybrid 1006
- mk_initrd 335
- mkinitrd 335
- mkisofs 1004
- mknod 953
- mkreiserfs 272
- mkswap 254, 255, 954
- mktxpk 1092
- mkxfs 953
- mlabel 954
- mmd 954
- /mnt 222
- mod_quickcam (USB-Modul) 462
- ModeLine 489
- Modem 633
 - AT-Kommandos 635
 - Geschwindigkeit 637
 - Internet-Konfiguration 637
 - Lautsprecher ausschalten 647
 - Locking-Datei 636
 - USB 461, 634
 - WinModems 633
- modemconf 156
- modinfo 379
- modprobe 379
- Module 377
 - Abhängigkeiten 379
 - automatisch laden 381
 - Device-Dateien 381
 - kompilieren 398
 - Optionen 381
 - Parameter 379
 - SCSI 382
 - Sound-Module 984
 - verwenden 378
- ModulePath 492
- Modules-Abschnitt (X) 492, 513
- Modules-Abschnitt (X, DRI) 496
- modules.conf 380, 597
- modules.dep 379
- modules.usbmap 458
- Monitor (X-Konfiguration) 485
- monolithischer Kernel 393
- more 125, 954
- Motif 374
 - Netscape-Plugins 690
- mount 241, 955
 - Beispiele 241
 - NFS 609
 - Optionen 243
 - remount für Systempartition 267
 - SMB 612
- movemail 724
- Mozilla 681, 683
 - E-Mail 722
 - Java 697
 - News 748
 - Plugins 691
- MP3 991

- Decoder 993
- Encoder, Decoder 992
- ID3-Tags 995
- Konverter 999
- MIME-Konfiguration 995
- Player 993
- Streaming 992
- mp3blaster 994
- mp3enc 998
- mp3info 995
- mpage 435
- mpg123 994
- mrd 955
- mread 956
- mren 956
- mru (PPP) 630, 670
- msdos-Dateisystem 237
- MSN (ISDN) 650
- MSS Clamping 672
- mssclampfw-Modul 672
- mt 956
- mtab 244
- mttools 956
- mtu (PPP) 630, 670
- mtype 957
- MULE 1021
- Multi-Head (X) 474
- Multi-Session-CD 1008
- mutt 722
- mv 957
 - Sicherheitsabfragen 1198, 1219
- mwwrite 957
- N**
- nachbelichten (Gimp) 1151
- nachträgliche Installation 108
- Name-Server
 - Client-Konfiguration 590, 602
 - Server-Konfiguration 778
- named 779
- NAT siehe Masquerading 767
- Nat-Tabelle (ipchains) 850
- Nautilus 567
 - beenden 570
 - Icons 568
 - KDE 570
 - MIME 233
 - root-Warnungen abstellen 568
 - Tastenkürzel 577
- Navigator 681
- NBT 808
- ncp-Dateisystem 238
- ndc 781
- neat
 - ADSL 663
 - ISDN 654
 - Modem-Konfiguration 642
 - Netzwerkkonfiguration 584
- NetBIOS 808
- NetBSD-Dateisystem 237
- netcfg 582
- netconf 156
- netconfig 582
- NetPBM 440
- Netscape 681
 - E-Mail (Version 4.n) 722, 724
 - Java 697
 - MIME 231
 - MP3-Konfiguration 996
 - News 748
 - Plugins 691
- Netscape 6 682
- netstat 835
- Netware Core Protocol 238
- network-Init (Red Hat) 605
- network-Init (SuSE) 605
- Network Address Translation 767
 - Interna 839
- Network File System 238, 609
- Network-Maske 590
- network-scripts (Red Hat) 605
- Netzwerk 581
 - Ethernet-Karte konfigurieren 597
 - Grundlagen 587
 - KDE (LAN Browsing) 556
 - Mandrake 585
 - Netzwerkkarte siehe Ethernet-Karte 597
 - PCMCIA 599
 - Red Hat 582
 - Server-Konfiguration 761
 - Sicherheit 828
 - SuSE 586
 - SuSE 8.0 1242
- Netzwerkdienste
 - Red Hat 1220
- Netzwerkdrucker
 - Client-Konfiguration 618
 - Samba 826

- Server-Konfiguration (Linux) 802
- Netzwerkkarte siehe Ethernet-Karte 597
- neue Rechtschreibung
 - bash-Script 883
 - L^AT_EX 1063, 1086
- \newcommand 1095
- \newenvironment 1095
- newgrp 178, 957
 - Beispiel 219
- \newpage 1088
- News 742
 - Abonnement 744
 - Clients 747
 - eigene Beiträge 745
 - Offline-Konfiguration 754
 - Server 754
 - Threading 744
- .newsrsrc 744
- NextStep-Dateisystem 237
- nfs-Dateisystem 238
- NFS
 - CD-ROM-Probleme 801
 - Client 609
 - /etc/fstab 610
 - Linux-Installation 92
 - Server 798
- nfsd 798
- ngerman (L^AT_EX) 1062
- NIC 589
- nice 303, 958
- Nimda-Virus/Wurm 791
- NIS 176
- nl 958
- nmbd 812
- noatun 994
- noauth (PPP) 631
- noauto (mount) 244
- NoDCC-Option (X) 534
- nodeadkeys 158, 501
- nodev (mount) 244
- nodev-Dateisysteme 238
- nodma 359
- noexec (mount) 244
- nohup 958
- noipdefault (PPP) 631
- NOPCMCI 358
- nopersist (PPP) 631
- noprobe 359
- nosuid (mount) 245

- Notebook
 - Batterie 468
 - Installation 93
 - Konfiguration 466
- Notfall
 - Dateisystem reparieren 266
 - Init-V-Prozess nicht starten 357
 - Linux-Startprobleme 102
 - Mandrake 1199
 - Maus funktioniert nicht 106
 - Red Hat 1220
 - Rettungssystem 102
 - SuSE 1244
 - Systemstart 360
 - Tastatur funktioniert nicht 106
 - Windows-Startprobleme 104
 - X/KDE/Gnome startet nicht 105
- NotLame (MP3) 998
- Novell-Dateisysteme 238
- Novell-Netzwerkdrucker 616
- nscd 601
- nsswitch 781
- ntfs-Dateisystem 237
- ntfs-Dateisystem 246
- NTLDR 338
- ntpd 169
- numerischer Tastenblock 502
- NumLock 502
 - xset 539
- nVIDIA 494
- nxterm 537

O

- OAF 578
- oafd 578
- OCR 447
- Office 36
- Office-Pakete 46
- Offline-Modus
 - E-Mail 713
 - News 743
 - WWW 679
 - WWW (wwwoffline) 699
- Ogg Vorbis 999
- OGG-Audio-Dateien 999
- ogg123 1000
- oggenc 1000
- ohci1394 (Firewire-Modul) 463
- OHCI 456

- Omega 198
- Omni-Druckertreiber 430
- Online-Dokumentation 129
- online-ext2 266
- Opacity (Gimp) 1151
- Open GL 493
- Open Office 46
- Open Source 58
- openssh 797
- Opera 687
 - Java 697
 - Plugins 691
- /opt 222
- Optionen 922
 - Kernel 391
 - Module 378, 380, 381
- ORBIT 577
- ordered (ext3-Modus) 270
- OS/2-Dateisystem 237
- OSS/Free 984
- OSS/Linux 984
- OSS/Lite 984
- other (LILO) 325
- ov511 (USB-Modul) 462
- \overbrace 1081
- P**
- Packages 181
 - \LaTeX 1062
- packet writing 251
- \pagebreak 1088
- Pager 547
- \pageref 1073
- \pagestyle 1088
- Paintbrush (Gimp) 1145
- Pakete 181
 - Abhängigkeiten 183
 - Paketmanager 181, 1194, 1214, 1236
 - Red Hat 181
- Paketfilter 834
 - Beispiel (ipchains) 844
 - Mandrake 837
 - Red Hat 837, 1209
 - SuSE 7.2 838
 - SuSE 8.0 1233
- PAM 180
- pan 749
- Panel
 - Gnome 566
 - KDE 547
- PAP 627
- Papierformat
 - gs 428
- parallele Schnittstelle 409
 - Kernel-Optionen 395
- Parametersubstitution 889
- \parbox 1075
- \parindent 1089
- Parity Striping 274
- \parskip 1089
- \part 1063
- parted 73, 260
- Partition 68
 - ändern, Linux 81
 - ändern, Windows 9x/ME 72
 - ändern, Windows NT/2000/XP 77
 - Bezeichnung unter Linux 70
 - Dateisystem 84
 - defragmentieren 74
 - Disk Druid 1207
 - fdisk-Bedienung 255
 - formatieren 953
 - freier Speicher 932
 - Größe ändern mit fdisk 258
 - Grundlagen 68
 - ID-Nummer 257
 - ideale Partitionierung 82
 - im Verzeichnisbaum 240
 - Optimierungstipps 85
 - remount 267
 - SuSE 1231
 - Typen 68
 - verkleinern 75
- partitionslose Installation 95
- passive ISDN-Karte 650
- passwd 958
- passwd program 822
- Passwort 175
 - ändern 177, 958
 - root 177
 - Samba 820
 - vergessen 177
- paste 959
- patch 390
- Patches (Kernel) 390, 391
- PATH 864, 878
- PCD 440
- PCI-Bus 451

- PCL3-Druckertreiber 430
- PCM (Pulse Code Modulation) 983
- PCMCIA 466
 - deaktivieren (nur SuSE) 358
 - Mandrake 8.2 1198
- PDC 811
- PDF 136, 1143
 - PostScript-Konverter 436
- pdf2ps 436
- PDFTEX 1099
- pdnsd 779
- Pencil (Gimp) 1145
- persist (PPP) 631
- Photo-CD 440
- Photo-CDs 251
- Photodruck siehe Fotodruck 402
- PHT 53
- Physical device 282
- Physical extent 282
- Physical volume 281
- pico 732
- PID 300
- pine 728
 - Emacs als Editor 1048
 - News lesen 747
- ping 593
- Pipes 867
- pixie 552
- PL-Format 992
- play 984
- Plug&Play 364, 985
- Pluggable Authentication Modules 180
- Plugin
 - Gimp 1177
 - konqueror 691
 - Macromedia Flash 691
 - Mozilla 691
 - Netscape 691
 - Opera 691
 - Webbrowser 677, 690
- pluginrc 1178
- PNG 1142
- PnP-Initialisierung 364
- pnpdump 985
- POP 738
- popd 911
- Port-Nummer
 - freedb (888 oder 8880) 990
 - FTP (20, 21) 834
 - HP-Jetdirect (9100) 615
 - HTTP (80) 834
 - IPP (631) 419
 - Liste 834
 - News (119) 747
 - POP (110) 716
 - Referenz 834
 - RLAN (7741) 556
 - SMTP (25) 716
 - Squid (3128) 788
 - SWAT (901) 816
- Portable Bitmap Utilities 441
- portmap 798
- Ports (TCP/IP
 - Liste) 834
- Ports (TCP/IP) 588
- PostScript 409
 - DSC 437
 - Gimp 1143
 - Grafik-Konverter 438
 - HTML-Konverter 435
 - PDF-Konverter 436
 - Printer Definition (PPD) 425
 - Schriften (L^AT_EX) 1094
 - Text-Konverter 433
 - Unicode-Konverter 433
 - Utilities 436
 - Viewer 430
 - zwei Seiten pro Blatt 435
- ppd-Verzeichnis 424
- PPD-Dateien 425
- ppds.dat 424
- PPP 624
 - Authentifizierung 626
 - automatischer Verbindungsaufbau 628
 - Blockgröße 630
 - Blockgröße (ADSL) 670
 - DNS automatisch einstellen 632
 - draknet 640
 - Glossar 625
 - kppp 637
 - rp3 640
 - Terminalemulator 648
 - Verbindung beenden 648
 - Verbindungstest (lcp-echo) 668
 - YaST2 643
- pppd 648
- PPPoA 660
- PPPoE 660

- Konfiguration (ADSL) 670
- MTU-Problem 670
- pppoe 673
- pppoed 672
- PPTP 660
 - Konfiguration (ADSL) 665
- pwd 960
- Prüfsumme 927, 952
- pri (Swap-Priorität) 254
- primäre Partition 68
- Primary Domain Controller 811
- printcap 414, 618, 803
 - CUPS 424
- printconf-gui 405
- printenv 877, 959
- printer (USB-Modul) 456
- printerdrake 403
- printers.conf 424, 619
- printf 911
- \printindex 1079
- printtool 405
- /proc/sys 387
- /proc 222, 238, 312
 - /asound 986
 - /apm 469
 - /bus/usb 460
 - /config.gz 392
 - /lvm 281, 288
 - /mdstat 276
 - /ohci1394 463
 - /pccard 467
 - /pci 451
 - /splash 1241
- procmail 740
- \prod 1081
- profile-Dateien 151, 891
- Progeny Debian 52
- Programm 298
 - gewaltsam stoppen 945
 - gewaltsam stoppen unter X 538
 - im Hintergrund fortsetzen 923
 - im Vordergrund fortsetzen 936
 - Kommandos zum Starten/Stoppen 919
 - siehe auch Prozesse 298
 - starten 298
 - starten (bash) 864
 - starten (mount-Option) 244
- prompt (LILO) 322
- Prompt 36
- Prompt (bash) 862
- Protocol (X-Maus) 506
- Protokoll-Dateien (Logging) 370
 - SuSE 8.0 1242
- Protokolle (KDE) 551
- Proxy-Cache 679, 787
- Prozesse 298
 - aktueller Zustand 973
 - gewaltsam beenden 302
 - Größe begrenzen 303
 - Größe limitieren 914
 - Hierarchie 301
 - Hintergrundprozesse 299
 - im Hintergrund fortsetzen 923
 - im Vordergrund fortsetzen 936
 - Kommandos 919
 - Liste 959
 - Priorität 303
 - Rechenzeit 303
 - stoppen 945
 - unter anderer Identität ausführen 305
 - unterbrechen 299
 - verwalten 299
 - Vordergrundprozesse 299
- ps 299, 959
- PS 1143
- PS/2-Maus 164
- PS1 (Variable) 862, 879
- ps2pdf 436
- psaux 225
- psbook 436
- PSD 1144
- psnup 436
- psresize 436
- psselect 436
- pstops 436
- pstree 301, 960
- pty (PPP) 631
- pump 605
- pushd 911
- pvccreate 283
- pvddisplay 288
- pvsan 287
- Q**
- qmail 735
- Qt 543
- qtcups 421
- \quad 1086

- Quellpaket 182
- Querverweise
 - \LaTeX 1073
 - \LaTeX 1118
- queue (Druckerwarteschlange) 403
- Quick Mask (Gimp) 1162
- Quotas 203
- R**
- Radierer (Gimp) 1145
- Radmaus (X) 507
- \raggedright 1089
- RAID 274
 - Benchmark 279
 - Hardware versus Software 275
 - Level 274
 - LILO 332
 - LVM 289
 - RAID-0 276
 - Red Hat 1207
 - /root-Partition 278
 - Swap-Partitionen 278
- raidtab 277
- RAM
 - Funktion überprüfen (SuSE) 1226
- RAM (Bootoption) 358
- RAM-Format (RealPlayer) 1000
- raw1394 (Firewire-Modul) 465
- RawIP 650
- RAWRITE.EXE 91
- rc-Dateien 364
- rc.config 369, 605
- rc.local 151
- RC_LANG 195
- rcxxx-Kommandos (SuSE) 1243
- rdev 326, 343, 960
- read 891, 911
- readline 862
- readonly (bash) 911
- RealPlayer 1000
- reboot 961
- Reboot (LILO) 340
- Rechnerkauf 62
- Rechnerstart 315
 - Probleme 102
- Rechtschreibprüfung (\LaTeX) 1104, 1122
- recode 961
- recover-file (Emacs) 1022
- Red Carpet 575
- Red Hat 52
 - 1024-Zylinder-Limit 1208
 - ADSL-Konfiguration 663
 - autorun 251
 - Benutzerverwaltung 170
 - Besonderheiten 1219
 - Bootdiskette erstellen 1221
 - CD-R-Laufwerke 1010
 - CD-ROM-Probleme (DMA) 295
 - DHCP-Client starten 606
 - DHCP-Client-Konfiguration 604
 - DMA-Modus 294
 - DMA-Modus deaktivieren 359
 - Drucken (im Netz) 616
 - Drucken (lokal) 405
 - DVD-Probleme (DMA) 295
 - Emacs-Meta-Taste 1020
 - Firewall 837
 - Firewall-Installation 1209
 - FTP-Server installieren 796
 - Gateway-Konfigurationsdatei 602
 - GRUB-Installation 1208
 - Hardware-Änderungen 454
 - Init-V-Besonderheiten 366
 - Initial-RAM-Disk (LILO) 335
 - Installation 1203
 - Internet (Modem) 638, 640
 - ISDN 653
 - ISDN-Interna 657
 - Kernel-Konfiguration 393
 - Konfigurationswerkzeuge 1212
 - Konsolenschriftart einstellen 162
 - LABEL in /etc/fstab 245
 - linuxconf 154
 - Logging 372
 - Lokalisierungseinstellung 195
 - LPRng 416
 - LVM 286
 - Meta-Taste (Emacs) 1020
 - Modemkonfiguration 638, 640
 - Netzwerk-Client-Konfiguration 599
 - Netzwerkdienste 1220
 - Netzwerkdrucker (Server) 803
 - Netzwerkinitialisierung 605
 - Netzwerkkonfiguration 582
 - NFS-Server-Installation 798
 - NTFS-Dateisystem 237
 - openssh-Server-Installation 797
 - Paketmanager 1214

- PPTP-Probleme 665
- profile-Dateien 892
- Red Hat Network 1203
- Red Hat Networks 1217
- Rescue-System 1221
- Samba 813
- Start mit Installations-CD 1220
- Tastatur 159
- telnet-Server-Installation 797
- Update-Manager 1216
- USB-Verwaltung 457
- X-Konfiguration 482
- X-Startprozess 527
- xinetd-Konfiguration 795
- Zeit 169
- redhat-config-network
 - ADSL 663
 - Modem-Konfiguration 642
 - Netzwerkkonfiguration 582
- redhat-config-users 170
- \ref 1073
- regcp 900
- regmv 900
- reguläre Ausdrücke
 - Dateien umbenennen 900
 - Emacs 1038
 - grep 941
- rehash 944
- reiserfs-Dateisystem 235, 271
- reiserfs-Dateisystem
 - LILO 332
- reload (Init-V-Prozess) 365
- Remote-Framebuffer-Funktion 1193
- remount (Systempartition) 267
- Render-Extension (X) 519
- renice 304, 961
- rescan-scsi-bus.sh 1012
- Rescue-System 102
 - Red Hat 1221
 - SuSE 1245
- Rescue-System (Mandrake) 1200
- reserve 358
- reset 962
- resize2fs 265
 - LVM-Beispiel 285
- resize_reiserfs 273
- reslisa 557
- resolv.conf 602, 781
 - DNS-Client 786
- respawn (in inittab) 362
- Ressourcen (X) 474, 523
- restart (Init-V-Prozess) 365
- restorefont 962
- restorepalette 962
- RESTORRB 76
- Rettungssystem 102
- rfbdrake 1193
- RFCs 143
- RgbPath 492
- RHN 1217
- rhnregister 1216
- rhnsd 1218
- \right 1082
- ripit 1003
- Ripper (Audio-CDs) 1001
- rlogin 707
 - root-Login 708
- rm 962
 - Sicherheitsabfragen 1198, 1219
- rmdir 963
- rmmod 379
- ro (Bootparameter) 357
- Roaring Penguin PPPoE 673
- Rockridge-Extension 238, 1004
- /root 222
- root 86, 112, 177, 967
- root (Bootparameter) 357
- Root-Partition 82
- root-Passwort vergessen 177
- root.hint aktualisieren 782
- ROOT_USES_LANG 195
- route 603
 - /route.conf 602
- Router (ADSL) 664
- Router (Masquerading) 766
- Routing-Tabelle 590
- rp3
 - ISDN 655
 - Modem 641
 - PPP-Konfiguration 640
 - rp3-config 640
- RPC 798
- rpc.mountd 798
- rpc.statd 798
- rp.filter 848
- rpm 181, 184
 - Beispiele 186
 - cannot open Packages database 184

- Probleme 183
- rpmdrake 1194
- RPMS 182
- Runlevel 361
- runtime linker 376
- rxvt 537
- S**
- Samba 807
 - Benutzerverwaltung 819
 - Dateimanager 611
 - /etc/fstab 613
 - Inbetriebnahme 812
 - konqueror 550
 - lisa 556
 - Netzwerkdrucker (Client) 621
 - Netzwerkdrucker (Server) 826
 - Passwörter 820
 - Sicherheitsmechanismen 810
 - SuSE 8.0 1243
 - SWAT 816
 - verschlüsselte Passwörter 820
 - Windows-Client-Konfiguration 817
- samba_print 621
- SANE 443
- Sawfish 573
 - Tastenkürzel 576
- sax2 482
- /sbin 222
 - /conf.d 1242
 - /init 359, 360
 - /init.d 369
- sbp2 (Firewire-Modul) 464, 1012
- \sc 1064
- SCANDISK 74
- scanimage 445
- scanner (Kernel-Modul) 443
- scanner (USB-Modul) 456
- Scanner 443
 - Gimp 1132
 - IP-Filter 847
 - Mandrake 8.2 1192
 - SCSI 445
 - SuSE 1232
 - USB 443
- schärfen (Gimp) 1150
- Schleifen (bash) 897
- Schriftart 192
 - Textkonsolen 162
- Schriftarten (X) 509
- schwebende Auswahl (Gimp) 1163
- SCO-Dateisystem 237
- Screen-Abschnitt (X) 486
- Screenshots 438, 441
- Script
 - bash 886
 - Programmiersprachen 885
 - Programmierung 882
 - Script-Fu (Gimp) 1176
- \scseries 1064
- SCSI 70, 382
 - Device-Dateien 382
 - Device-Nummern 1009
 - Firewire-CD-R-Geräte 1012
 - Firewire-Geräte 464
 - LILO 332
 - Module 382
 - modules.conf 382
 - Rescan Bus 1012
 - Scanner 445
 - Streamer 452
 - USB 461
 - USB-CD-R-Geräte 1012
- scsi_hostadapter 382
- scsi_mod (SCSI-Modul) 382
- SDMA-Modus 292
- sd_mod (SCSI-Modul) 382
- SDSL 660
- \section 1063
- security (Samba) 818
- sed 963
 - Beispiel 210
- Seitenumbruch
 - LaTeX 1088
 - LyX 1122
- Sektor (Festplatten) 99
- Selections (Gimp) 1155
- sendmail 717, 735
 - Konfiguration 736
 - lokale E-Mail-Zustellung 738
 - unqualified host name 737
- sent-mail 731
- serielle Schnittstelle 635
 - Drucker 409
 - Erkennung 636
 - Geschwindigkeit 637
 - USB 461
 - Zugriffsrechte 636

- Server
 - Emacs 1048
 - Netzwerk 761
 - X 474
- Server Message Block siehe Samba 807
- Server Message Buffer 238
- ServerFlags-Abschnitt (X) 493
- ServerLayout-Abschnitt (X) 488
- serviceconf 367, 795
- services 792
- Services 309
- set 872, 877, 964
- setfont 162, 163, 964
- Setgid-Bit 217, 245
- setserial 636
- setterm 163, 911, 964
- Setuid-Bit 217, 245
- setup.exe 181
- setup.sendmail 736
- setxkbmap 505
- sfconvert 999
- sfinfo 999
- sftp 704
 - Server 798
- sg (SCSI-Modul) 382
- SGI-Dateisystem 236
- sh 860
- shadow 175
- Shadow-Passwörter 179
- /share 222
- Share-Level-Sicherheit 810
- Shared Libraries 374
- Shares (Samba) 810
- Shell 860
 - Default-Shell ändern 861, 926
 - Emacs 1047
 - Fenster 119
 - Variablen 875, 886
- Shell-Programmierung 881
 - Beispiele 899
 - Kommandoreferenz 903
- shift 912
- shmfs-Dateisystem 238
- Shockwave (Plugin) 692
- shutdown 113, 965
 - kdm 534
 - LILO-Reboot 340
 - smbfs-Dateisystem 613
- Sicherheit 55, 828
- Signatur (E-Mail) 712
- single (Bootparameter) 357
- Skin (MP3-Player) 993
- \sl 1064
- Slackware 52
- sleep 912
- SLIP 624
- slocate 976
- slrn 750
- \slseries 1064
- smail 735
- \small 1065
- Smart Browsing 682
- SMB siehe Samba 807
- SMB-Linux-Installation 92
- smb.conf 812
- smbclient 611, 621
- smbd 812
- smbfs 238, 612
- smbmount 613
- smbpasswd 821
- smbprint 621
- smbspool 621
- sndconfig 982
- Socket-API (Netzwerkdrucker) 614
- Software-RAID 275
- Sonderzeichen
 - bash 915
 - L^AT_EX 1066, 1083
 - zusammensetzen (Konsole) 160
 - zusammensetzen (X) 502
- sort 966
- Sound 982
 - 3D-Raumklang 982
 - Gnome 988, 989
 - Lautstärke 983
 - MIME-Konfiguration (MP3) 995
 - Server 987
 - Test 984
- source (bash) 912
- sox 999
- spatial sound 982
- Speed Touch (USB-ANT) 661
- Speedo-Fonts 511
- Speicher
 - Festplatte/Partitionen 932
 - mehr als 64 MByte 358
 - RAM/Swap 940
 - Verzeichnisse 933

- von Prozessen limitieren 914
- Spiele (3D-Grafik unter X) 493
- splash 312
- Splash-Bildschirm 370, 1241
- splashimage (GRUB) 354
- split 967
- Splitter 659
- Spooling-System (drucken) 409, 412
- Spracheinstellung 190
- \sqrt 1081
- squelch 1000
- squid 787
- sr_mod (SCSI-Modul) 382
- SRPMS 182
- ssh 707
 - Server 797
- sshd 797
- st (SCSI-Modul) 382
- Stabilität 54
- Stallmann, Richard 58
- Standardausgabe 866
- Standardeingabe 866
- Star Office 46
 - vfat-Problem 237
 - VFAT-Problem (Kernel 2.4) 247
- Startprobleme 102
- startx 479, 535
- statisch gelinkte Programme 374
- Stichwortverzeichnis
 - L^AT_EX 1079
 - LyX 1118
- Sticky-Bit 218, 219
- Storm Linux 52
- stp (Gimp-Print) 429
- Stream-Editor 963
- Streamer 452, 969
 - Datenaustausch 972
- Streaming 992
- Striping 274
- Stroke (Gimp) 1166
- Stromsparfunktionen 468
- stty 637
- su 306, 967
 - KDE-Variante 307
 - X 306
- \subsection 1063
- Substitutionsmechanismen (bash) 871
- suchen
 - Dateien 937, 947, 978
 - sudo 307, 968
 - suid 217
 - mount-Option 245
 - \sum 1081
 - sum 968
 - Sun (Java) 694
 - SunOS-Dateisystem 237
 - supermount 250
 - Mandrake ab Version 8.1 1198
 - Supermount-Verfahren 123
 - SuperProbe 486
 - Superuser 967
 - SuSE 52, 1223
 - 3D-Grafik-Bibliothek 495
 - ADSL-Konfiguration 664
 - Benutzerverwaltung 171
 - Bootdiskette erstellen 1244
 - CD-R 1011
 - CUPS 407
 - CUPS für LPD-Clients einrichten 805
 - DHCP-Client starten 606
 - DHCP-Client-Konfiguration 604
 - DMA-Modus 294, 1244
 - Drucken 406
 - Drucken (im Netz) 616
 - /etc/resolv.conf nicht ändern 781
 - Evaluationsversion 1224
 - Firewall 838, 1233
 - FTP-Server installieren 796
 - Gateway-Konfigurationsdatei 603
 - GLX-Bibliotheken 495
 - Hilfesystem 1238
 - imwheel starten 507
 - inetd durch YaST2 konfigurieren 794
 - Init-V-Besonderheiten 369, 1242
 - Initial-RAM-Disk (LILO) 335
 - Internet (Modem) 643
 - ISDN 655
 - ISDN-Interna 657
 - Kernel-Konfiguration 392
 - Konsolenschriftart einstellen 162
 - LILO Linux- versus SuSE-Kernel 336
 - Logging 372, 1242
 - Lokalisierungseinstellung 195
 - LVM 286, 290, 1234
 - MIME 231
 - Modemkonfiguration 643
 - Name-Server automatisch starten 782
 - Netzwerk-Client-Konfiguration 599

- Netzwerkdienste 1242
- Netzwerkdrucker (CUPS-Server) 805
- Netzwerkdrucker (LPD-Server) 803
- Netzwerkinitialisierung 605
- Netzwerkkonfiguration 586
- NFS-Server-Installation 798
- NumLock 502
- openssh-Server-Installation 797
- Paketverwaltung 1236
- PCMCIA deaktivieren 358
- profile-Dateien 892
- RAID-Probleme 278
- Rescue-System 1245
- Samba 813
- Splash-Bildschirm 370
- Start mit Installations-CD 1244
- Tastatur 159
- telnet-Server-Installation 797
- Tour 1240
- TrueType-Fonts installieren 516
- updatedb 976
- Updates 1237
- USB-Verwaltung (ab SuSE 7.3) 1242
- USB-Verwaltung (SuSE 7.2) 458
- Wizard (KDE) 1240
- X-Konfiguration 482
- X-Startprozess 530
- YaST 1231
- Zeit 169
- Zeit, KDE-Probleme 168
- SuSEconfig 369, 1242
- SUSEfirewall 838
- SUSEfirewall2 1233
- SUSEgreeter 1240
- susehelpcenter 1238
- SVGATextMode 163
- Swap-Datei
 - einrichten 255
 - Gimp 1179
- Swap-Partition 83
 - einbinden 254
 - einrichten 254
 - LVM 289
- swapoff 968
- swapon 254, 968
- SWAT 816
- switch2mesasoft 495
- switch2xf86_glx 495
- symbolische Links 213

- sync 968
- SyncPPP 650
- Syntaxhervorhebung 1043
- sysctl 387
- sysinit (in inittab) 362
- SYSLINUX 344
- syslogd 370
- System-V-Init-Prozess
 - siehe Init-V-Prozess 359
- Systemadministration 147
- Systempartition 82
 - remount 267
- Systemstart 112, 359
 - Protokoll 371
- sysc-Dateisystem 237

T

- tabbing 1068
- Tabellen
 - LaTeX 1068
 - LaTeX 1115
- tableofcontents 1072
- Tabulatoren (Emacs) 1033
- tac 968
- tail 969, 1014
- tar 969
 - konqueror 549
- Task siehe Prozesse 298
- Tastatur 114
 - bash 861
 - blockiert 302
 - Emacs 1019
 - Gnome 567
 - KDE 554
 - Konfiguration 158
 - Probleme 106
 - Tastenkürzel (Textkonsole) 161
 - Tastenkürzel unter X 501
 - US-Tastaturlabelle 97
 - USB 460
 - X 500
 - xterm 537
- Tastenkürzel 114
 - eigene (Textkonsole) 161
 - Gimp 1182
 - Gnome 576
 - KDE 563
 - konqueror 564
 - Linux 114

- LyX 1126
- Sawfish 576
- Tastensymbole (\LaTeX) 1097
- tcd 990
- TCP-Wrapper 833
- TCP/IP 587
- tcpd 793
- tcsh 860
- tee 868, 973
- telnet 707
 - PPP-Verbindung optimieren 630
 - root-Login 708
 - Server 797
- telnetd 797
- Terminal
 - einstellen 964
 - Textkonsole 118
 - xterm 536
- Terminaladapter (ISDN) 650
- test 895, 912
- testparm 815
- teTeX 1059
- \TeX 1051
- tex4ht 1099
- texhash 1060
- texpire 759
- Text (in Gimp) 1152
- textcomp 1068
- Textdatei
 - durchsuchen 941
 - Kommandos 919
 - PostScript-Konverter 433
 - sortieren 966
 - Spalte extrahieren 930
 - suchen und ersetzen 963
 - Wörter zählen 977
 - zerlegen 929
- Texteditoren 125, 1017
- Texterkennung 447
- $\backslash\text{texteuro}$ 1068
- Textkonsole 118
 - ausländische Zeichen eingeben 160
 - Emacs 1025
 - Konfiguration 158
 - mehr als sechs 362
 - Schriftart 162
 - Tastatur 158
 - Unicode 197
- $\backslash\text{textxx}$ 1064
- thebibliography 1074
- Threading 744
- TIFF 1142
- Tilde 121
- Timeout (sendmail) 737
- Tinte (Gimp) 1145
- $\backslash\text{tiny}$ 1065
- tkman 130
- /tmp 222
- top 973
- Torvalds, Linus 56
- touch 974
- tr 974
- Transform (Gimp) 1165
- transparenter Proxy-Cache 789
- trap 914
- Trennungen (\LaTeX) 1085
- Troll Tech 543
- TrueType-Fonts 515
 - SuSE 516
 - Unicode 522
- $\backslash\text{tt}$ 1064
- ttmkfdir 512
 - Unicode 522
- $\backslash\text{ttseries}$ 1064
- tty 974
- ttyACM 461
- tune2fs 267, 974
 - ext3 269
- TurboLinux 53
- TurboPrint 430
- TV-Karte 499
 - SuSE 1232
- type 975
- Type-1-Fonts 511
- typelinst 512
- U**
- udf-Dateisystem 238, 251
- UDMA-Modus 292
- UDP 588, 836
- ufs-Dateisystem 237
- UHCI 456
- Uhrzeit 168
- UID 172
 - fstab 247
- ulimit 303, 914
- umask 219
- Umgebungsvariablen 877, 891

- umount 242, 975
 - NFS-Probleme 610
 - Problem bei CD-ROM 250
- Umrissauswahl (Gimp) 1157
- UMSDOS 95
- unalias 914, 975
- uname 975
- uncompress 976
- \underbrace 1081
- Unicode 191
 - drucken 433
 - Emacs/XEmacs 1021
 - KDE 198, 560
 - PostScript-Konversion 433
 - Schriftarten (X) 197
 - Textkonsole 197
 - TrueType-Fonts 522
 - Windows-Dateisystem 247
 - X 521
 - xterm 199
 - Zeichensatz 192, 197
- Unicode Transfer Format 197
- less 166
- Uniprint (Ghostscript) 428
- uniq 976
- Universal Disk Format 238
- Unix 40
- unix password sync (Samba) 822
- Unix Pseudo TTYS 238
- unscaled (X-Fonts) 513
- unset 877
- until 914
- up2date 1216
- update 362
- Update-Dämon 471
- Update-Patch 390
- updatedb 976
 - crondcron 976
 - SuSE 8.0 1241
- Updates 108
- Updates automatisieren
 - Red Hat 1218
- update.usbdb 459
- URL 676
- US-Tastaturtabelle 97
- USB 239
 - ADSL 661
 - CD-R 1012
 - Drucker 409
 - Druckerprobleme mit CUPS 418
 - Geräte verwenden 460
 - Joystick 451
 - Mandrake 8.2 1198
 - Maus 164
 - Modems 461, 634
 - Scanner 443
 - serielle Schnittstelle 461
 - Speichermedien 461
 - SuSE ab Version 7.3 1242
- usb-ohci (USB-Modul) 456
- usb-serial (USB-Modul) 461
- usb-storage (USB-Modul) 461
- usb.agent 458
- usb.rc 458
- usbcore (USB-Modul) 456
- usbdevfs-Dateisystem 239, 460
- usbmgr 458
- usbview 460
- Usenet News 742
- \usepackage 1062
 - color 1098
 - epsf 1076
 - german 1062
 - isolatin1 1062
 - makeidx 1079
 - ngerman 1062
- usepeerdns (PPP) 631
- user (mount) 245
- User einrichten 170
- User-Level-Sicherheit 810
- useradd 178, 976
- userconf 156, 171
- userdel 178, 977
- userdrak 170
- userinfo 1219
- usermod 178, 977
- usermount 1219
- username map (Samba) 820
- usernet
 - ISDN 655
 - Modem 641
- usernetctl
 - ISDN 653, 655
 - LAN 585
 - Modem 642
- userpasswd 1219
- /usr 222

- UtahGLX 494
- UTC (Universal Time, Coordinated) 168
- UTF-16 197
- UTF-8 197
- utf8 (mount) 247
- V**
- v4l (X-Modul)
 - Probleme 499
- v4l (Video for Linux) 499
- /var 223
 - /adm/* 370
 - /lock 636
 - /lock/subsys 367
 - /log/* 370
 - /log/xdm-error.log 527
 - /log/XFree86.0.log 480
 - /mqueue 735
 - /spool/cron/tabs 310
 - /spool/mail 717,738
 - /spool/mqueue 735
 - /var/spool/news 757
- Variablen (bash) 875, 886, 891
- VBR (MP3) 998
- \verb 1067
- verbatim 1067
- Vereinigung abtasten (Gimp) 1151, 1160
- Vergleiche (bash) 895
- Vergleiche (test) 912
- verschlüsselte Passwörter (Samba) 820
- verschlüsseltes Dateisystem 203
- verschmieren (Gimp) 1151
- Verzeichnis 121
 - Grundlagen 212
 - löschen 963
 - Speicherbedarf 933
 - wechseln 924
- Verzeichnisbaum 220, 240
 - TEX 1059
- Verzweigungen (bash) 893
- VESA 487
- vesa-Treiber (X) 491
- vfat-Dateisystem 237, 246
- vga (LILO) 324
- VGA-Palette wiederherstellen 962
- VGA-Textmodus mit 80*50 Zeichen 163
 - LILO 324
- vga-Treiber (X) 491
- vgchange 284
- vgdisplay 288
- vgscan 283, 287
- vi 127
- Video 499
- Video-Kameras (Firewire) 465
- video1394 (Firewire-Modul) 465
- Videokamera (Firewire) 462
- Videos (DVDs) abspielen 251
- vim 127
- virtuelle Dateisysteme 238, 253
- virtueller Bildschirm 474
- virtueller Desktop 474
- VISUAL 168
- Visual Schnauzer 438
- vmlinuz 398
- vncviewer 1194
- Volume group 282
- Voodoo 494
- Vorbis 999
- Vordergrundprozesse 299
- VT100-Widget 524, 537
- W**
- W3 676
- Wörter zählen 977
- wait 915
- Warteschlange 403
- WAV-Datei abspielen 984
- WAV-Format 1001
- wc 977
- Web-Mail 714
- Webcam 462
 - xawtv 499
- webFonts.sh 516
- Webmin 152
- weichzeichnen (Gimp) 1150
- whatis 131, 978
- whereis 864, 978
- which 864, 978
- while (bash) 898, 915
- who 978
- Widgets (X) 524
- winbind 822
- Window Manager 475
 - Gnome 573
 - Sawfish 573
- Windows
 - 9x/ME versus NT/2000/XP 66
 - Dateisystem 246

- Drucker 402
- Drucker von Linux aus verwenden 621
- Hibernate 247
- Installationsempfehlung für
 - NT/2000/XP 63
- Netzwerkgrundlagen 808
- Netzwerkverzeichnisse siehe Samba 610
- Startprobleme 104
- Startprobleme (GRUB) 347
- Windows 9x
 - Dateisystem 237
 - LILO 320, 325
- Windows NT/2000/XP
 - LILO 336
 - NTFS-Dateisystem 237
 - NTFS-Dateisystem (Red Hat) 1219
- WinModems 633
- WINS 809
 - DHCP-Konfiguration 775
- wizard 1193
- Wizard (SuSE/KDE) 1240
- wizdrake 1193
- workbone 990
- Workgroup (Samba) 810
- workman 990
- World Wide Web 676
- Worttrennungen (L^AT_EX) 1085
- write 978
- writeable (Samba) 824
- writeback (ext3-Modus) 270
- wu-ftpd 796
- wvdial 640, 644
 - YaST2 643
- WWW 676
 - Offline-Zugang 699
 - Sicherheit 678
- wwwoffle 699
- X**
- X 473
 - 3D-Grafik 493
 - als fremder Nutzer arbeiten 306
 - Anti-Aliasing 519
 - Auflösung 486
 - ausländische Zeichen eingeben 502
 - Auto-Login 527
 - beenden 479
 - Bildfrequenz erhöhen 490
 - cannot connect to X server 306, 606
 - connection refused by server 306, 606
 - Display-Manager 526, 532
 - DPI-Wert einstellen 523
 - DRI 494
 - DRI-Kernel-Kompatibilität 496
 - DRI-Konfiguration 496
 - DVD 499
 - eigene Grafikmodi definieren 488
 - Euro 195
 - Euro-Symbol 503
 - Farbanzahl 486
 - Fernsteuerung 1193
 - Font-Probleme 195, 534
 - Font-Server 514
 - Fonts 509
 - Fonts (Unicode) 197
 - Grafikkarte 485
 - Keycodes 504
 - Konfiguration 481
 - Logging 480
 - Maus 505, 508
 - Module 492
 - Module (Fonts) 513
 - Monitor-Konfiguration 485
 - Netzwerkbetrieb 538
 - nicht unterstützte Grafikkarten 491
 - Open GL 494
 - Protokoll 480
 - Radmaus 507
 - Render-Extension 519
 - Ressourcen 474, 523
 - Ressourcen (KDE) 525
 - Sawfish (Window Manager) 573
 - Schriftarten 509
 - Server 474
 - Server-Flags 493
 - Spiele (3D-Grafik) 493
 - Start-Interna 526
 - starten 478, 479
 - Startprobleme 105
 - su 306
 - Tastatur 500
 - TrueType-Fonts 515
 - Unicode 521
 - Utilities 536
 - Version feststellen 477
 - Verzeichnisse 492
 - Window Manager 475
 - XV (XVideoExtension) 499

- Zeichensatz 195
- Zugriffsschutz 538
- X versus KDE/Gnome 116
- X Window System 473
- X11R6 474
- XAA 494
- xargs 874
- xauth 538
- xawtv 499
- xcam 445
- xcdroast 1015
- XCF 1144
- xchat 675
- XCHS 99
- Xconfigurator 482
- Xdefaults 525
 - Emacs 1025
 - KDE 525
- xdm 532
- xdm-config 532
- xdpyinfo 477
- xDSL 660
- xdvi 1101
- XDvi 1102
- XEmacs siehe Emacs 1017
- Xenix-Dateisystem 237
- xev 504
- xf86cfg 482
- xf86config 482
- XF86Config 481
- XF86Config-4 481
- xf86tools 516
- XFdrake 482
- xfontsel 510
- XFree86.0.log 480
- xfs 514
 - fonts.*-Dateien 517
 - X-Modul 513
- xfs-Dateisystem 236
 - LILO 332
- xfstt 514
- XftConfig 520
- xgrab 442
- xhost 306, 538
- XIM 528
- Ximian Gnome 574
- Xinerama 474
- xinetd 792, 794
 - CUPS 423
 - Red Hat 1220
- xinit 536
- xinitrc 531, 536
- xisdnload 651
- XkbLayout 500
- XkbModel 500
- XkbRules 500
- XkbVariant 501
- xkill 302, 538, 945
- xlsfonts 510, 538
- xmag 520
- xman 132
- xmms 994
- xmodmap 504
 - Beispiel 1020
 - Meta-Taste/Emacs 1020
- xpcd 440
- xrdb 539
- Xresources 525
 - KDE 525
- xsadp 990
- xsane 446
- xscanimage 445
- Xservers 533
- xsession 531
- Xsession 526
 - Mandrake 529
 - Red Hat 528
 - SuSE 530
- xset 539
 - Probleme 502
- Xsetup 533
- xterm 536
 - Bildlaufleiste 508
 - Tastatur 537
 - Unicode 199
- xtt (X-Modul) 515
- xv 438
 - Screenshots 441
- XV (XVideoExtension) 499
- Xwrapper 528, 530
- Y**
- YaST 1223, 1231
 - ADSL 664
 - Benutzerverwaltung 171
 - Bootdiskette erstellen 1244
 - DMA-Modus 294, 1244
 - Drucker 406

- Drucker (Netzwerk) 616
- Drucker (Server) 806
- inetd konfigurieren 794
- Installation 1225
- Internet (Modem) 643
- ISDN 655
- Konfiguration 1231
- Lokalisierung 195
- LVM 290
- Modemkonfiguration 643
- Netzwerkkonfiguration 586
- Online Updates 1237
- Paketverwaltung 1236
- Partitionen ändern 1231
- /rc.config 1241
- Scanner 1232
- Tastatur 159
- TV-Karte 1232
- YOU 1237
- Zeit 168
- YOU (YaST Online Update) 1237
- ypbind 176
- yudit 199

Z

- Zahlenvergleiche (bash) 895, 912
- Zauberstab (Gimp) 1158
- ZAxisMapping 506
- zcat 979

- Zeichenketten
 - bash 874
 - Parametersubstitution (bash) 889
 - vergleichen (bash) 912
- Zeichensatz 191
 - einstellen 964
 - KDE 554
 - konvertieren 961
 - wiederherstellen 962
 - Windows-Dateisystem 247
- Zeilenende (Windows/Linux) 961
- Zeilenumbruch (\LaTeX) 1087
- Zeitzone 168
 - glibc 169
- ZIP-Laufwerk 395
 - USB 461
- zless 979
- zmore 979
- zoneinfo 168
- Zugriffsbits 215, 925
 - bei neuen Dateien 219
 - setuid, setgid 217, 245
 - sticky 218
- Zugriffsrechte 180, 925
 - fstab 247
 - Grundlagen 215
- Zugriffssteuerung 169
- Zylinder (Festplatten) 99
 - LILO-Probleme 320